

Ana Isabel de la Torre Combarros

Análisis multidimensional de
variables asociadas al rendimiento
en el tenis de mesa de élite desde
una perspectiva de género.

Director/es

Pradas de la Fuente, Francisco
Castellar Otin, Carlos
Vicente Rodríguez, Germán

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>

© Universidad de Zaragoza
Servicio de Publicaciones

ISSN 2254-7606

Tesis Doctoral

ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL DE VARIABLES
ASOCIADAS AL RENDIMIENTO EN EL TENIS DE
MESA DE ÉLITE DESDE UNA PERSPECTIVA DE
GÉNERO.

Autor

Ana Isabel de la Torre Combarros

Director/es

Pradas de la Fuente, Francisco
Castellar Otin, Carlos
Vicente Rodríguez, Germán

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Escuela de Doctorado

2021



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL
DEPORTE**

TÍTULO DE LA TESIS

**ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL DE VARIABLES
ASOCIADAS AL RENDIMIENTO EN EL TENIS DE
MESA DE ÉLITE DESDE UNA PERSPECTIVA DE
GÉNERO**

AUTORA

ANA ISABEL DE LA TORRE COMBARROS

DIRECTORES

**Dr. FRANCISCO PRADAS DE LA FUENTE
Dr. CARLOS CASTELLAR OTÍN
Dr. GERMÁN VICENTE RODRÍGUEZ**

Enero de 2021

A Mario por estar a mi lado durante todo este tiempo,
a mi hija Celia que ha estado de observadora durante
este camino, a mi madre y mis hermanas que siempre
me han animado a seguir formándome. Un recuerdo
especial a mi abuelo, que gracias a él y a observarlo en
mi infancia mientras ponía inyecciones, me inicié en
el apasionante mundo de la Medicina

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar las gracias a todas las personas que han intervenido de forma directa o indirecta para que este más que ilusionante proyecto de investigación, que ha finalizado en la redacción de esta Tesis Doctoral, se haya podido llevar a cabo.

A mis directores de tesis por ayudarme en este largo y difícil camino. De una forma especial al Dr. Francisco Pradas por su insistencia y su paciencia conmigo. Entusiasta, estudioso y conocedor del tenis de mesa, que en todo momento ha seguido el trabajo, y que gracias a su perseverancia y buen hacer como amigo me ha posibilitado finalizar esta Tesis Doctoral.

Y como no podría ser de otra manera, a los Doctores Carlos Castellar y Germán Vicente, que han estado siguiendo este trabajo de cerca, aportando su visión más genérica y necesaria desde el ámbito de las ciencias de la actividad física y el deporte, apoyándome siempre con correos de ánimo, buena voluntad y nunca con reproches.

Mención especial a Juan Manuel Alcorocho, estadístico incansable que se ha ocupado de ayudarme y hacerme entender de una manera clara y sencilla la parte más farragosa y difícil de comprender.

A todas las personas que han estado cerca, en particular a mi familia que ha tenido que “soportar” mi cansancio y malos humos durante este periodo. Especialmente a mi marido y mi hija, que no entendían que estuviera tanto tiempo con el ordenador, sobre todo en este último periodo, donde la Pandemia del Covid-19 ha cambiado gran parte de nuestras vidas.

Mi más sincero agradecimiento a cada uno de los colaboradores, instituciones y deportistas que han participado en las distintas fases de esta investigación, y que me han permitido estudiar un poco más al tenis de mesa, mi muy querido y apasionante deporte, que me ha acompañado durante una buena parte de mi vida, y por el que

siento un más que especial aprecio y cariño, y al que me gustaría poder de alguna manera aportarle, si cabe, un mayor conocimiento.

Con esta investigación he pretendido, con gran humildad, intentar profundizar de manera general en diversos aspectos, pero desde una visión multidimensional, como lo requería este deporte. Esencialmente, mi intención ha sido la de arrojar algo más de luz sobre el tenis de mesa femenino, aún ese gran desconocido, para entenderlo un poco mejor, con una visión más actualizada, intentado aportar datos científicos y rigurosos.

ÍNDICE

GENERAL

AGRADECIMIENTOS	3
ÍNDICE GENERAL	6
Índice de tablas	13
Índice de figuras	16
Índice de abreviaturas y acrónimos	20
RESUMEN	24
ABSTRACT	29
INTRODUCCIÓN	33

PARTE I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES DEL TENIS DE MESA

1. ORÍGENES DE LOS DEPORTES DE RAQUETA Y PALA	39
2. HISTORIA DEL TENIS DE MESA	42
2.1. Evolución histórica a nivel mundial	42
2.2. El tenis de mesa en España	47

CAPÍTULO II. ASPECTOS REGLAMENTARIOS

1. EL SERVICIO	54
2. LA JUGADA Y EL TANTO	55
3. LA ANULACIÓN	57
4. LA REGLA DE ACELERACIÓN	58
5. EL ESPACIO DE JUEGO	58
6. SISTEMAS DE JUEGO	59

6.1. Sistema de liga	59
6.1.1. Con un número par de participantes	59
6.1.2. Con un número impar de participantes	59
6.2. Sistema de eliminatoria.....	59
6.3. Competición por cabezas de serie.....	60
6.4. Pruebas por equipos	60
6.4.1. El sistema Corbillon.....	60
6.4.2. El sistema Swaythling tradicional.....	60
6.4.3. El sistema Swaythling reducido.....	61
6.4.4. El sistema copa del mundo	62
6.4.5. El sistema olímpico	62

CAPÍTULO III. MATERIALES DE JUEGO

1. LA MESA.....	67
1.1. La mesa	67
1.2. El conjunto de la red	68
2. LA PALA.....	68
2.1. La madera.....	69
2.1.1. La hoja.....	70
2.1.2. El mango o empuñadura.....	70
2.2. El revestimiento	72
3. LA PELOTA.....	74

CAPÍTULO IV. FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y TÁCTICOS

1. FUNDAMENTOS TÉCNICOS	78
1.1. Bases de la técnica	78
1.2. Proceso de aprendizaje de la técnica	80
1.2.1. Etapa del dominio del rebote sobre la pala	80
1.2.2. Etapa del dominio de trayectorias sencillas.....	80
1.2.3. Etapa del dominio de los efectos	81
1.2.4. Etapa del juego en la mesa	81
1.3. Los tipos de golpeos	82
1.3.1. Los golpeos de ataque	82
1.3.2. Los golpeos de defensa	83
1.3.3. Los golpeos intermedios	84
1.3.4. El servicio	84
2. FUNDAMENTOS TÁCTICOS	85
2.1. Bases de la táctica	86

2.2. La táctica en los sistemas de juego	87
2.2.1. La táctica individual.....	87
2.2.2. La táctica colectiva	88
2.2.3. La táctica mixta	89

CAPÍTULO V. FUNDAMENTOS CONDICIONALES, FISIOLÓGICOS, METABÓLICOS Y ANTROPOMÉTRICOS

1. FUNDAMENTOS CONDICIONALES	93
1.1. La fuerza	94
1.2. La velocidad.....	95
1.3. La resistencia aeróbica y anaeróbica.....	97
1.4. La amplitud de movimiento	98
2. FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS Y METABÓLICOS	100
2.1. La frecuencia cardíaca	100
2.2. La estructura temporal.....	101
2.3. Las vías metabólicas	101
2.4. El consumo de oxígeno	103
2.5. El lactato.....	104
3. FUNDAMENTOS ANTROPOMÉTRICOS.....	105
3.1. La antropometría en los deportes de raqueta y pala.....	106
3.2. Antropometría y tenis de mesa.....	107

PARTE II. DISEÑO Y METODOLOGÍA

CAPÍTULO VI. DISEÑO Y METODOLOGÍA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	113
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	116
2.1. Objetivos generales.....	116
2.2. Objetivos específicos.....	116
3. HIPÓTESIS	117
4. METODOLOGÍA	118

4.1. Población y muestra.....	118
4.2. Diseño del estudio.....	119
4.3. Fases del estudio	120
4.4. Variables.....	121
4.5. Contexto.....	122
4.6. Instrumentos y protocolos	123
5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	129
 CAPÍTULO VII. RESULTADOS	
1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	134
2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: ASPECTOS TÉCNICOS	136
2.1. Golpeos	136
2.2. Lado de golpeo	137
2.3. Tipo de golpeo.....	138
3. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: ASPECTOS TÁCTICOS	140
3.1. Acciones de juego ganadoras y perdedoras.....	141
3.2. Técnicas ganadoras y perdedoras	142
3.3. Dirección de juego y acción de pivote.....	144
3.4. Zona de ubicación del servicio en la mesa	145
3.5. Resto por zona de juego.....	146
4. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS CONDICIONALES	149
4.1. Fuerza isométrica máxima de las extremidades superiores	149
4.2. Fuerza activa y reactiva de las extremidades inferiores.....	150
4.3. Tiempo de reacción y velocidad de desplazamiento.....	151
5. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y METABÓLICOS	153
5.1. Estructura temporal	153
5.2. Parámetros fisiológicos y metabólicos.....	155
6. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS...	157
6.1. Medidas corporales.....	157
6.2. Composición corporal y somatotipo	159

CAPÍTULO VIII. DISCUSIÓN

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	165
2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: ASPECTOS TÉCNICOS Y TÁCTICOS	168
2.1. Aspectos técnicos.....	168
2.2. Aspectos tácticos.....	170
3. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS CONDICIONALES	172
3.1. Fuerza isométrica máxima de las extremidades superiores	172
3.2. Fuerza activa y reactiva de las extremidades inferiores.....	173
3.3. Tiempo de reacción y velocidad de desplazamiento.....	174
4. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y METABÓLICOS	175
4.1. Estructura temporal	175
4.2. Parámetros fisiológicos	179
4.3. Parámetros metabólicos	182
5. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS... 	184
5.1. Medidas corporales.....	184
5.2. Composición corporal y somatotipo	186

PARTE III. CONCLUSIONES

CAPÍTULO IX. CONCLUSIONES

A. CONCLUSIONES RELACIONADAS CON EL OBJETIVO GENERAL 1 DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE JUEGO QUE DEFINEN AL TENIS DE MESA DE ÉLITE MASCULINO Y FEMENINO ATENDIENDO A DIFERENTES PARÁMETROS TÉCNICOS Y TÁCTICOS	194
A.1. Objetivo específico 1.....	194
B. CONCLUSIONES RELACIONADAS CON EL OBJETIVO GENERAL 2 EVALUAR EL PERFIL CONDICIONAL, TEMPORAL FISIOLÓGICO, METABÓLICO Y ANTROPOMÉTRICO QUE PRESENTA EL TENIS DE MESA DE ÉLITE DESDE UNA PERSPECTIVA DE GÉNERO	196

B.1. Objetivo específico 2.....	196
B.2. Objetivo específico 3.....	196
B.3. Objetivo específico 4.....	197
B.4. Objetivo específico 5.....	197

**PARTE IV. LIMITACIONES, PERSPECTIVAS DE FUTURO,
BIBLIOGRAFÍA Y EVIDENCIAS CIENTÍFICAS**

LIMITACIONES.....	201
PERSPECTIVAS DE FUTURO.....	204
BIBLIOGRAFÍA	207
ANEXOS: EVIDENCIAS CIENTÍFICAS	235

ÍNDICE

TABLA

Tabla 1. Tipos de maderas.....	70
Tabla 2. El sistema Corbillon.....	60
Tabla 3. El sistema Swaythling tradicional.....	61
Tabla 4. El sistema Swaythling reducido.....	61
Tabla 5. El sistema Copa del mundo.....	62
Tabla 6. El sistema Olímpico.....	62
Tabla 7. Características generales de la muestra.....	134
Tabla 8. Características fisiológicas y metabólicas de la muestra.....	134
Tabla 9. Características técnicas de la muestra.....	135
Tabla 10. Análisis de las acciones técnicas: golpes.....	136
Tabla 11. Análisis de las acciones técnicas: lado de golpeo.....	137
Tabla 12. Análisis de las acciones técnicas: comparativa intragrupo.....	138
Tabla 13. Análisis de las acciones técnicas: tipo de golpeo.....	139
Tabla 14. Análisis de la táctica: acciones de juego ganadoras y perdedoras.....	141
Tabla 15. Análisis de la táctica: técnicas ganadoras.....	142
Tabla 16. Análisis de la táctica: técnicas perdedoras.....	143
Tabla 17. Análisis de la táctica: dirección de juego y pivote.....	144
Tabla 18. Análisis de la táctica: zona de ubicación del servicio en la mesa.....	145
Tabla 19. Análisis de la táctica: resto en función de la zona de bote del servicio.....	147
Tabla 20. Análisis condicional: fuerza isométrica máxima de las extremidades superiores.....	149
Tabla 21. Análisis condicional: fuerza activa y reactiva de las extremidades inferiores..	150
Tabla 22. Análisis condicional: tiempo de desplazamiento, tiempo de reacción y aceleración lateral.....	151
Tabla 23. Análisis de la estructura temporal de juego.....	153

Tabla 24. Análisis fisiológico y metabólico: respuesta cardíaca y láctica.....	156
Tabla 25. Análisis antropométrico: diámetros, perímetros, pliegues y somatotipo.....	157
Tabla 26. Análisis antropométrico: composición corporal.....	160

ÍNDICE

FIGURAS

Figura 1. Juego Jeu de Paume	40
Figura 2. Portada revista “Table Tennis Pionner”	43
Figura 3. Tenis de salón.....	43
Figura 4. Materiales utilizados en el juego del Gossima	45
Figura 5. Juuego de ping-pong comercializado por Parker Brothers	46
Figura 6. Competición internacional España-Austria	48
Figura 7. El servicio en el juego de dobles	55
Figura 8. Partes de una pala.....	68
Figura 9. Tipos de empuñaduras.....	71
Figura 10. Tipos de revestimientos	73
Figura 11. Posición de base.....	79
Figura 12. Ejes de rotación de la pelota	81
Figura 13. Ejes de rotación de la pelota	85
Figura 14. Fases de la investigación	121
Figura 15. Protocolo de grabación de la competición.....	125
Figura 16. Distribución de la mesa en seis zonas de juego	125
Figura 17. Herramienta de observación codificada con categorías	126
Figura 18. Protocolo del take-off reaction test	128
Figura 19. Distribución de los golpes en las jugadas por género	136
Figura 20. Distribución intergrupo de los lados de golpeo por género.....	137
Figura 21. Distribución intragrupo de los lados de golpeo.....	138
Figura 22. Distribución de los tipos de golpeo por género	139
Figura 23. Distribución porcentual de los tipos de golpeo en la competición masculina	140
Figura 24. Distribución porcentual de los tipos de golpeo en la competición femenina.	140
Figura 25. Distribución de las acciones de juego ganadoras y perdedoras por género...	141
Figura 26. Distribución de las técnicas ganadoras por género.....	143

Figura 27. Distribución de las técnicas perdedoras por género.....	144
Figura 28. Distribución de la dirección de juego y pivote por género.....	145
Figura 29. Distribución de las zonas de servicio por género.....	146
Figura 30. Distribución del resto efectuado con la técnica de corte por género.....	148
Figura 31. Distribución del resto efectuado con la técnica de flip por género.....	148
Figura 32. Distribución del resto efectuado con la técnica de topspin por género.....	149
Figura 33. Distribución de la fuerza isométrica máxima de las extremidades superiores por género.....	150
Figura 34. Distribución de la altura de los saltos por género.....	151
Figura 35. Distribución del tiempo de vuelo de los saltos por género.....	151
Figura 36. Distribución de los tiempos de reacción (R) y de la velocidad de desplazamiento lateral (DES) por género.....	152
Figura 37. Distribución de la aceleración lateral por género.....	153
Figura 38. Distribución de la estructura temporal de los partidos por género.....	154
Figura 39. Distribución porcentual de la estructura temporal de los partidos por género.....	154
Figura 40. Distribución de la duración de las jugadas por género.....	155
Figura 41. Distribución de la estructura temporal de las jugadas por género.....	155
Figura 42. Distribución de la respuesta cardíaca (FC) durante la competición simulada por género.....	156
Figura 43. Distribución de la respuesta láctica durante la competición simulada por género.....	157
Figura 44. Distribución de los diámetros óseos por género.....	158
Figura 45. Distribución de los perímetros corporales por género.....	158
Figura 46. Distribución de los pliegues cutáneos por género.....	159
Figura 47. Distribución del somatotipo por género.....	159

Figura 48. Distribución de la masa corporal por género.....	160
Figura 49. Distribución del porcentaje corporal por género.....	161

ÍNDICE

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ATP	adenosíntrifosfato
cm	centímetro
cm ²	centímetro al cuadrado
Corp	corporation
CR	coeficiente de restitución
COI	Comité Olímpico Internacional
CSD	Consejo Superior de Deportes
D	derecha
DT	desviación típica
FC	frecuencia cardíaca
FC _{máx}	frecuencia cardíaca máxima
FC _{med}	frecuencia cardíaca media
FC _{min}	frecuencia cardíaca mínima
g	gramo
H	hipótesis
IBM	International Business Machines
IMC	índice de masa corporal
ITTF	International Table Tennis Federation
ISAK	International Society of the Advancement of Kinanthropometry
JJ.OO.	Juegos Olímpicos
kcal·min·kg ⁻¹	kilocaloría por minuto y por kilogramo
kg	kilogramo
Kgf	kilogramo de fuerza
kg·m ²	kilogramo por metro cuadrado
km·h ⁻¹	kilómetros por hora
l·min ⁻¹	latidos por minuto
LA	Lactato

Ltd	limited Company
Lux	lumen dividido por metro ²
m	metro
ms	milisegundo
M	media
min	minuto
mm	milímetro
mmol·l ⁻¹	milimoles por litro
m·s ²	metros por segundo al cuadrado
ml·kg ⁻¹	mililitros por kilogramo
ml·kg·min ⁻¹	mililitros por kilogramo por minuto
N	Newton
PC	fosfocreatina
R	revés
RFETM	Real Federación Española de Tenis de Mesa
s	segundo
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
V _{máx}	velocidad máxima
VO ₂	consumo de oxígeno
VO _{2máx}	consumo máximo de oxígeno
vs.	versus
VT ₁	umbral ventilatorio aeróbico
VT ₂	umbral ventilatorio anaeróbico
α	alfa
β	beta
Σ	sumatorio
%	porcentaje

© copyright

® marca registrada

RESUMEN

El tenis de mesa es el deporte de raqueta y pala más extendido en el mundo con cerca de 300 millones de personas que lo practican. Los orígenes de este deporte se remontan a la aparición del ping-pong, juego de mesa que evolucionó transformándose en el actual tenis de mesa, e incorporándose a la familia olímpica en 1988 como deporte de exhibición y de manera definitiva en los JJ.OO. de Barcelona 1992. Sin embargo, a pesar de su gran popularidad a nivel mundial, se puede apreciar que las investigaciones realizadas sobre este deporte son escasas, descontextualizadas y heterogéneas, especialmente en el género femenino en donde son prácticamente inexistentes.

Los estudios realizados en el tenis de mesa se centran fundamentalmente en analizar este deporte, describiendo ciertos aspectos técnicos, cuantificando los tipos de golpes que se producen y examinando diferentes parámetros fisiológicos y metabólicos. Sin lugar a dudas, la mayoría de estos estudios son ciertamente muy interesantes, y nos sirven para hacernos una idea general de este deporte. Sin embargo, hay que mencionar que la inmensa mayoría de los estudios publicados, han sido realizados antes de la importante y profunda renovación llevada a cabo desde el año 2000 por la Federación Internacional (ITTF), modificándose aspectos tan importantes como el tamaño, peso y material de la pelota, los revestimientos de las palas, el servicio, el sistema de puntuación e incluso la incorporación de un tiempo muerto.

Teniendo en consideración la evolución sufrida por este deporte en los últimos veinte años, el objetivo principal de esta investigación se centra en estudiar desde una perspectiva multidimensional, y atendiendo especialmente al género, las variables estructurales, técnicas, tácticas, condicionales, fisiológicas, metabólicas y antropométricas más importantes que se asocian al rendimiento deportivo en el tenis de mesa de élite.

Para abordar adecuadamente los problemas de investigación planteados, se ha desarrollado una investigación no experimental, con un diseño transversal, de tipo observacional y descriptivo, estructurada en cuatro niveles, en los que se ha estudiado:

1. Las acciones de juego técnicas y tácticas en competición mediante análisis notacional; 2. La respuesta fisiológica y metabólica máxima mediante la realización de una prueba de campo simulada; 3. Una evaluación de la condición física específica de los jugadores y las jugadoras; y 4. Un análisis del biotipo que caracteriza a deportistas de tenis de mesa de élite de ambos géneros, describiendo el perfil antropométrico, la composición corporal y el somatotipo.

En la investigación han participado un total de 48 jugadores de tenis de mesa de alto nivel, 24 mujeres y 24 varones de diferentes nacionalidades (Austria, China y España), que cumplían con los criterios de inclusión establecidos.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto diferencias entre el tenis de mesa masculino y femenino a nivel técnico, con un mayor número de golpes por jugada en la competición femenina ($p < 0,03$), destacando la utilización de la técnica del topspin como la más usada en ambos géneros, y especialmente del flip en el juego masculino ($p < 0,001$).

Durante la competición, a nivel táctico los jugadores realizan más acciones ganadoras que las jugadoras, tanto con el juego de derecha ($p < 0,05$) como en el de revés ($p < 0,03$), no existiendo diferencias en las acciones perdedoras. Las acciones de juego se ganan en la competición masculina en más ocasiones con las técnicas de topspin de derecha ($p < 0,02$), de revés ($p < 0,002$) y flip de revés ($p < 0,03$) que en la competición femenina. Los jugadores cometen un mayor número de técnicas perdedoras que las jugadoras, en especial al utilizar la técnica del flip de derecha ($p < 0,02$) y de revés ($p < 0,002$). No existen diferencias entre géneros en la dirección de juego durante las jugadas, pero sin embargo, los jugadores utilizan en mayor medida que las jugadoras el recurso táctico del pivote.

El estudio e interpretación de los datos correspondientes a la acción del servicio indica preferencias muy diferentes entre géneros en la ubicación del servicio en la mesa del rival, siendo en el caso de los jugadores las zonas más utilizadas la 1 ($p < 0,001$) y la 2 ($p < 0,009$), mientras que en las jugadoras fue la 5 ($p < 0,002$).

Atendiendo al resto, se encontraron diferencias entre géneros cuando se utiliza esta acción táctica con la técnica del corte en las zonas 1 ($p < 0,003$) y 2 ($p < 0,002$) en los jugadores, y en el caso de las jugadoras utilizan en mayor medida la zona 5 ($p < 0,006$). El resto efectuado mediante la técnica de flip es superior en la competición masculina y se efectúa sobre las zonas 1 ($p < 0,001$), 3 ($p < 0,003$) y 5 ($p < 0,003$). Por último, el resto con topspin es mayormente utilizado por los hombres siendo efectuado sobre la zona 3 ($p < 0,001$).

El análisis de la condición física específica puso de manifiesto en los jugadores unos mayores niveles de fuerza isométrica máxima en ambas extremidades superiores, dominante y no dominante ($p < 0,001$), y en la fuerza activa y reactiva de las extremidades inferiores ($p < 0,001$). Las variables relacionadas con la rapidez, mostraron resultados mejores para los jugadores en la velocidad de desplazamiento lateral a ambos lados ($p < 0,001$). Sin embargo, las jugadoras obtuvieron una mejor respuesta en la aceleración a ambos lados ($p < 0,001$), y en los tiempos de reacción, en particular hacia el lado izquierdo ($p < 0,005$).

La densidad de juego es superior en la competición femenina, al igual que la duración de las jugadas ($p < 0,004$), siendo el tiempo total de juego ($p < 0,03$) y de pausa ($p < 0,02$), así como las pausas entre jugadas ($p < 0,05$) superiores en la competición masculina. La respuesta fisiológica analizada durante los partidos reveló $FC_{\text{máx}}$ ($p < 0,001$) y FC_{min} ($p < 0,03$) superiores en la competición masculina, manteniéndose muy similar la FC_{med} . Asimismo, la respuesta metabólica durante la competición mostró unos mayores niveles de lactato en el juego masculino ($p < 0,001$).

El estudio antropométrico demostró un marcado componente endomórfico en las jugadoras ($p < 0,001$) y mesomórfico en los jugadores ($p < 0,001$). La composición corporal fue diferente en hombres y mujeres, siendo la masa ósea ($p < 0,02$) y muscular superior en los jugadores ($p < 0,001$) y la masa grasa superior en las mujeres ($p < 0,001$). Los porcentajes musculares fueron los predominantes en los hombres ($p < 0,001$) y los grasos en las mujeres ($p < 0,001$).

El análisis multidimensional de variables asociadas al rendimiento en el tenis de mesa demostró importantes diferencias entre géneros en aspectos técnicos y tácticos, y en parámetros temporales, fisiológicos, metabólicos y antropométricos, por lo que existen dos tenises de mesa diferentes, el masculino y el femenino, con necesidades físicas, fisiológicas y de estructura de juego distintas.

ABSTRACT

Table tennis is the most extended racket (of any size or shape) sport worldwide with almost 300 million people practicing it. The original ping-pong table game has progressively evolved into the current version of table tennis, becoming an Olympic sport in Barcelona, in 1992. However, despite its enormous global popularity, research activity of any kind in reference to the nature and characteristics of this sport are scarce, decontextualized and heterogeneous, and especially -when referring to female athletes-that's when it becomes almost inexistent.

Table tennis research papers focus mainly on a quantitative analysis of certain technical aspects related to strokes, as well as an assessment of physiological and metabolic parameters. Reading any of these papers provides us, no doubt, with relevant and interesting content which helps us grasp a better understanding of the game. However, most of this literature was published before the year 2000, year in which the International Table Tennis Federation (ITTF) carried out a profound and decisive revolution to essential aspects of the game such as the size, weight and material of the ball, the rubber covering of the rackets, the serve, the scoring system and even the inclusion of a time out during the match.

Considering the great evolution this sport has undergone in the last 20 years, this paper's main objective is to study the most important structural, technical, tactical, conditional, physiological and anthropometric variables associated to this sport's performance, from a multidimensional perspective.

In order to find adequate solutions to all of the established questions in this research paper, a non-experimental, observational, descriptive research action has been adopted, within a transversal design, all distributed into four main areas of study: 1. Analysis of technical and tactical game actions during competition, registered by notational analysis; 2. Maximal physiological and metabolic response to sports practise, measured by performing a simulated field test; 3. Assessment of players' specific physical condition; and 4. Biotype analysis of elite table tennis players of both genders, providing an anthropometrical profile, body composition values and somatotype.

A total of 48 elite, table tennis players took part in this study, including 24 male and 24 female players from three different nationalities (Austria, China and Spain); all of which complied with established inclusion criteria.

Results show a marked difference between male and female techniques, with a higher number of strokes per point played in women's table tennis ($p < 0.03$), with the topspin technique as the most frequently used in both genders, and the flip technique in the men's game ($p < 0.001$).

In competition, tactically speaking, male players perform more winning strokes than females, both on the forehand ($p < 0.05$) and the backhand ($p < 0.03$), not finding any differences in losing points. Regarding male competition, points are most often won with the following techniques: forehand topspin ($p < 0.02$), backhand topspin ($p < 0.02$), and backhand flip ($p < 0.03$), when compared to female competition. Male players show higher numbers of losing strokes than female players when they use the forehand ($p < 0.02$) and the backhand flip ($p < 0.002$). There is no gender-based difference with respect to the direction of the game during each point, although male players tend to use the tactical resource known as pivot to a larger degree.

Analyzing and interpreting results collected for the serve technique, shows obvious different preferences between genders with respect to the location of the serve on the players' side of the table: male players use zones 1 ($p < 0.001$) and 2 ($p < 0.009$) of the table most commonly whereas female players serve from zone 5 ($p < 0.002$). As for the receiving end, there are gender differences, with male players using the slicing technique in zones 1 ($p < 0.003$) and 2 ($p < 0.002$) whereas female players use the same technique from zone 5 ($p < 0.006$). Receiving players use the flip technique more often in competition and they do so from zones 1 ($p < 0.001$), 3 ($p < 0.003$) and 5 ($p < 0.003$). Finally, the serve is most commonly received with the topspin technique by men from zone 3 ($p < 0.001$).

Analyzing physical condition specifically, showed that male players had higher values of maximal isometric strength in both upper limbs (dominant and non-dominant) ($p < 0.001$) as well as higher values of active and reactive strength in both lower limbs ($p < 0.001$). Speed-of-motion-related variables indicated better results in male players regarding side-motion speeds to both sides ($p < 0.001$), whereas female players showed better results with respect to sideward acceleration to both sides ($p < 0.001$), and better reaction times, specially towards the left side ($p < 0.005$).

Game density is higher in female competition, as is point duration ($p < 0.004$); whereas male competition shows longer total time of play ($p < 0.03$), longer total time of rest ($p < 0.02$) and longer pauses between points ($p < 0.05$).

An analysis of the physiological competition pattern response showed that HR_{max} ($p < 0.001$) and HR_{min} ($p < 0.03$) was higher in male competitions whereas females showed similar HR_{av} values during competition to male players. Additionally, male players showed higher levels of lactate during competition than female players ($p < 0.001$).

The anthropometric study indicated a clear endomorphic component in female players ($p < 0.001$), whereas in male players it was mesomorphic ($p < 0.001$). Body composition varies between genders: bone ($p < 0.02$) and muscle ($p < 0.001$) masses are higher in male players whereas fat mass is higher in female players ($p < 0.001$). Muscle percentages predominates amongst male players ($p < 0.001$) and fat percentages in female players ($p < 0.001$).

A multidimensional analysis of performance-related variables show relevant gender-related differences with regards to technical and tactical aspects of the game, as well as to time, physiological, metabolic and anthropometric variables all of which indicate there are two very distinct table tennis sports: one performed by male players and another one by female players, each with its specific physical, physiological and structural game needs.

INTRODUCCIÓN

El tenis de mesa es uno de los deportes más populares del mundo, con más de 300 millones de practicantes, siendo olímpico desde el año 1988. Sin embargo, a pesar de esta gran popularidad, si se hace una revisión profunda de la literatura científica publicada en torno al deporte del tenis de mesa, se puede observar cómo los estudios que lo abordan son escasos, aunque han ido aumentando a lo largo de los últimos años.

Un análisis pormenorizado de las evidencias científicas existentes sobre el tenis de mesa, considerando tanto los congresos específicos de referencia organizados por la Federación Internacional y otros organismos, como las publicaciones internacionales que lo abordan, pone de manifiesto la evidencia de estudios exigüos, heterogéneos, anticuados y orientados casi exclusivamente a la competición masculina, siendo insuficientes los realizados en jugadoras, y menos aún en competiciones femeninas de alto nivel. Esta evidencia resalta el escaso conocimiento e interés existente a nivel internacional en torno al tenis de mesa de género femenino.

Teniendo en consideración los antecedentes expuestos y mi pasión por este deporte, ya que lo he practicado desde niña, compitiendo durante varios años en diferentes categorías a nivel federado, he elegido el tenis de mesa como objeto de estudio para hacer mi Tesis Doctoral.

Gracias a mi experiencia profesional como médico del deporte, y también deportiva como jugadora de tenis de mesa, poseo unos conocimientos amplios tanto desde el punto de vista de la técnica y la táctica, como desde los aspectos más biomédicos. Además, al ser mujer, haber vivido en primera persona el tenis de mesa femenino, y después de observar el escaso interés que ha despertado este deporte en general, y la competición femenina en particular, entiendo que debo implicarme activamente y ofrecer una visión más amplia de este deporte, en especial ofreciendo un primer acercamiento al tenis de mesa femenino.

Teniendo en cuenta las diferencias existentes entre hombres y mujeres, cabe suponer que el tipo de juego masculino y femenino podría ser diferente, ya que las

características fisiológicas de unos y otros son totalmente distintas. En este sentido, considero personalmente que sería muy interesante poder profundizar y conocer con más detalle el tenis de mesa desde una visión multidimensional, describiendo las características fisiológicas, metabólicas, antropométricas, técnicas y tácticas que lo caracterizan en la actualidad, para así valorar y ofrecer una información relevante, que ponga de manifiesto las posibles similitudes y diferencias que caracterizan al tenis de mesa desde una perspectiva de género.

PARTE I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES DEL TENIS DE MESA

SUMARIO DEL CAPÍTULO I
ANTECEDENTES DEL TENIS DE MESA

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES DEL TENIS DE MESA

1. ORÍGENES DE LOS DEPORTES DE RAQUETA Y PALA

2. HISTORIA DEL TENIS DE MESA

- 2.1. Evolución histórica a nivel mundial
- 2.2. El tenis de mesa en España

“los orígenes del tenis de mesa parece ser una mezcla de leyenda y realidad (...) comenzándose a practicar por la nobleza en un club de tenis, con materiales totalmente improvisados un día lluvioso que impedía la práctica del tenis, jugándose sobre una larga mesa de comedor o una mesa de billar para ser utilizada como superficie de juego, dividida en dos campos mediante una hilera de libros o con una cuerda, con implementos improvisados a modo de pala, y por pelotas para juegos infantiles, o incluso tapones de corcho de las botellas de champagne convenientemente adaptados”

PARKER (1902)

1. ORÍGENES DE LOS DEPORTES DE RAQUETA Y PALA

Los deportes de raqueta y pala que conocemos en la actualidad (bádminton, frontenis, pádel, squash, tenis y tenis de mesa), aparecen durante el siglo XX aunque sus antecedentes son muy antiguos. Sus orígenes se remontan al momento en el que en algún juego de pelota se introdujo un implemento con el que golpearla (Pradas, 2004a).

Es necesario conocer el origen y la evolución histórica de los deportes de raqueta y pala para poder entender su evolución cronológica. Los antecedentes de los diferentes deportes de raqueta y pala se remontan a pueblos milenarios, existiendo estudios antropológicos que evidencian la aparición del juego de pelota ya entre las culturas neolíticas (Hernández, 1998). A pesar de la falta de documentación escrita, en culturas como la griega, la romana, la china y la egipcia, se conoce de la existencia de diferentes tipos de juegos con implementos, tal y como atestiguan algunos dibujos de esa época. Igualmente, también existen evidencias en las culturas centroamericanas precolombinas, en donde se practicaba un juego en el que la pelota era golpeada con la cadera, pero la ausencia de contacto con occidente impidió su influencia sobre los juegos de pelota europeos (Almonacid, 2012).

Sin embargo, serán en las culturas griega y romana cuando aparezcan los primeros vestigios de la utilización de un implemento como elemento de golpeo entre los juegos de pelota. Gracias a la romanización se introduce este tipo de juego en nuestro país. Su evolución aparece reflejada en distintos textos de la época como las *Etimologías* de San Isidoro de Sevilla, el *Libro del Apolonio*, el *Fuero Real de España*, el *Libro de los Juegos* y las *Cantigas a la Virgen* de Alfonso X.

Parece ser que la civilización griega fue la primera en introducir la actividad física como algo lúdico y de recreo, como parte fundamental de la estructura social de la época, aunque fueron los romanos los que posteriormente implantaron el juego de la pelota en Europa (Almonacid, 2012), asentándose las bases de lo que más tarde sería conocido en Francia como *jeu du paume* o juego de palma (Figura 1).

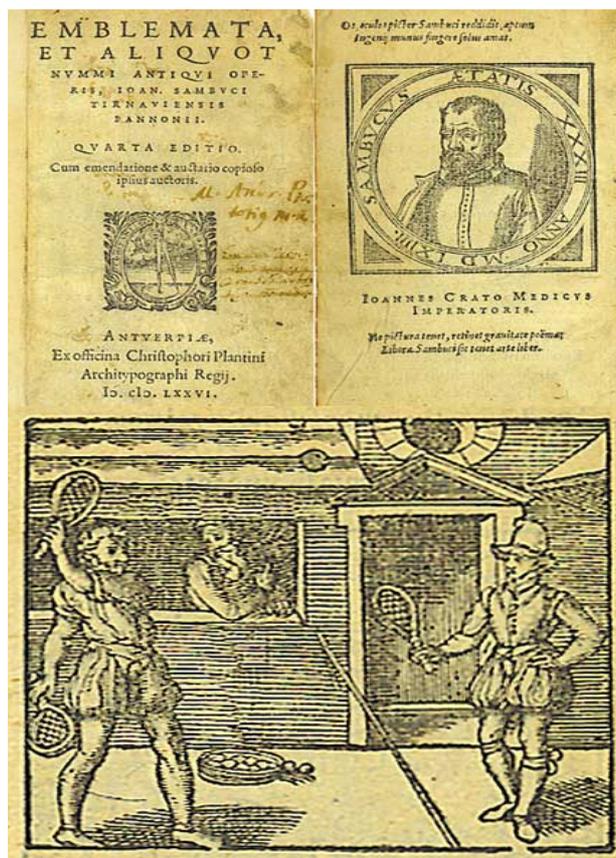


FIGURA 1 Juego Jeu de Paume (ITTF Museum)

En este sentido, Hernández (1998) afirma que es en Francia donde surgen los primeros juegos en los que aparecen los golpes y donde se comienza a utilizar de forma generalizada un implemento, ya sea una raqueta o una pala.

Gracias al historiador francés Jean Froissart (1337-1410), se reconoce al *Jeu du Paume* como el precursor de todos los deportes de raqueta y pala que más tarde se han ido extendiendo por todo el mundo. Coexistieron durante cierto tiempo varias modalidades, en algunas de ellas sólo se utilizaba la mano, mientras que en otras utilizaban un palo o una raqueta.

El *Jeu du Paume* consistía básicamente en golpear con la palma de la mano (*paume* en francés), una pelota confeccionada con piel de oveja, que después de su uso acabaría siendo lisa y resbaladiza, ya que los practicantes se untaban la mano con

aceite. Además, los jugadores de la época se espolvoreaban harina para evitar que la pelota resbalara al ser golpeada.

Estuvo de moda en Francia desde 1250 y llegó a su máximo apogeo en el siglo XVI. Con distintos nombres pero con reglas parecidas alcanzó un importante desarrollo social por toda Europa: en Francia se le conoció como *Jeu du Paume*, *Ballhaus* en Alemania, *Kaatsbaan* en Holanda, *Pallacorda* en Italia y *Royal Tennis* en Inglaterra. El *Jeu du Paume* es sin duda aceptado como el padre de la mayoría de los deportes de raqueta y pala que se practican hoy en día.

En definitiva, los diferentes deportes de raqueta y pala que conocemos en la actualidad, han ido apareciendo y evolucionando a partir del implemento utilizado para golpear un móvil, siendo variable en su tamaño, peso o material, y de su adaptación a distintos espacios, elementos clave que han determinado el tipo de juego a desarrollar, rápido o lento, y su reglamentación (Pradas, 2002). Estas características han originado infinidad de juegos, efectuados con raquetas o palas, con nombres distintos y prácticas diferentes (Pradas, 2004b).

En la última década del siglo XX los deportes de raqueta y pala se han convertido en una alternativa para el tiempo de ocio y recreación. Según Jiménez (2004), la aplicabilidad de este tipo de deportes han hecho que se conviertan en un excelente recurso que puede llegar a todos los sectores de la población:

- De cualquier edad: niños, jóvenes, adultos y ancianos.
- De cualquier nivel socio-económico.
- De diferentes niveles culturales.
- De sectores con problemas específicos que requieran actuaciones especiales como personas con algún tipo de discapacidad, centros penitenciarios, grupos étnicos, etc.

2. HISTORIA DEL TENIS DE MESA

2.1. Evolución histórica a nivel mundial

El tenis de mesa es una de las diferentes disciplinas deportivas que descienden del tenis real, deporte que provenía del *Jeu du Paume*, juego practicado en Inglaterra durante el siglo XII, y antepasado de la mayoría de los deportes de raqueta y pala que actualmente se practican por todo el mundo.

Dos profundos estudiosos de la historia de este deporte, Gerald Gurney (1987) en su "Table tennis the early years" y Ron Crayden (1995) en su "The Story of Table Tennis - the first one hundred year", apoyan firmemente esta teoría de los inicios del tenis de mesa. Ritchie y Harrison (1902) confirman que para su concepción y origen indudablemente debemos mirar a su juego hermano, el tenis, porque el tenis de mesa exhibe cercanía con todas sus características y prácticamente es su réplica en miniatura.

Las raíces del juego que conocemos en la actualidad como tenis de mesa se remontan a la Inglaterra de la segunda mitad del siglo XIX. Parece ser que este deporte surgió como una alternativa al tenis, en aquellos días de tormenta en los que los ingleses no podían hacer deporte al aire libre, por lo que se inventaron una especie de tenis reducido para jugarlo en un salón (Ritchie y Harrison, 1902).

Su origen se podría ubicar alrededor del año 1882. En este sentido, Franzoni (1933), presenta un origen alternativo indicando que este juego fue utilizado como un pasatiempo entre la nobleza japonesa muchos siglos atrás. Esta afirmación aviva el debate sobre los orígenes del tenis de mesa, disputándose los dos países, Japón e Inglaterra. Las publicaciones de la época recogen este hecho, como puede apreciarse al observar la portada de la revista *Table Tennis Pioneer*, del 24 de abril de 1901, en donde se ilustra esta discrepancia sobre una mesa de juego (Figura 2).



FIGURA 2. Portada revista "Table Tennis Pionner"

En la Inglaterra de la época en la mayoría de las casas existía una larga mesa de comedor o una de billar que podía ser utilizada como superficie de juego, simplemente dividiéndola en dos campos mediante una hilera de libros o con una cuerda (Figura 3).



FIGURA 3. Tenis de salón (Dutch Foundation Friends of Table Tennis)

El resto de accesorios necesarios para su juego estaban compuestos por materiales adaptados para ser utilizados a modo de pala, y por pelotas pertenecientes a diferentes juegos infantiles existentes, o incluso según se recoge en publicaciones de la época, se utilizaban los tapones de corcho de las botellas de champagne convenientemente retocados (Parker, 1902).

Se puede afirmar que el origen de este deporte parece ser inglés, ya que los oficiales británicos destinados en la India, practicaban a mediados del siglo XIX el conocido como “indoor tennis”. En este juego se utilizaba como pelota trozos de corcho, como red libros sobre una mesa y unas tapas de madera como raquetas. Diferentes autores y editoriales muestran estos indicios de los orígenes del juego del tenis de mesa en sus publicaciones, como por ejemplo Almqvist y Wiksell en su “Sporten” (1967), Le Roy en su “Dictionnaire des Sports” (1973) y Salvat en su “Enciclopedia de los Deportes” (1976).

Al margen de las discrepancias existentes sobre el país de origen, este juego de salón siguió su evolución y poco a poco se extendió por toda Inglaterra. En 1884 la firma Ayres Ltd.[®] ya vendía un juego de mesa parecido al tenis que se practicaba con raquetas en miniatura.

Es en julio de 1890 cuando David Foster patentó por primera vez un juego de mesa, que sin embargo no llegó a comercializar. En este juego las raquetas eran aún de cuerda, las pelotas de tejido de 30 mm y la mesa tenía sobre su superficie una valla que rodeaba todo su perímetro, para mantener la pelota dentro de unos límites, y dos grandes redes laterales que se extendían a lo largo de ambos lados.

Es en 1891 cuando Charles Barter de Gloucestershire registró una patente de este juego con bolas de corcho. Por estas fechas James Gibb improvisó una red fija a dos postes sobre una superficie de madera elevada del suelo, inventando un juego a 21 puntos que se jugaba con pelotas de goma. Los fabricantes se interesaron por este naciente deporte, registrándose diferentes denominaciones para este juego, siendo las más conocidas el “Whiff Whaff” de Slazenger[®] y el popular “Gossima” de la firma John Jaques Ltd.[®], practicado en lugares como la India, África del Sur o Australia como se puede observar en el libro de Ron Crayden (1995).

El Gossima (Figura 4), era un juego que estaba compuesto por dos raquetas, envueltas con un recubrimiento que resonaba cuando golpeaba la pelota sobre ellas, y una pelota de corcho, también envuelta en tejido, de un tamaño de 50 mm y una mesa

de juego separada en su centro mediante una red de 30 cm de alto, fijada a dos soportes que se aseguraban mediante correas por debajo de la mesa (Quintano, Núñez, González, y Pereda, 1986; Bermejo, Quintano, Ramos, y Dongping, 1991).



FIGURA 4. Materiales utilizados en el juego del Gossima (ITTF Museum Collection)

Esta competencia entre los fabricantes del nuevo juego provocó su crecimiento, junto al desarrollo de unos materiales cada vez más perfeccionados para su práctica. Hay que destacar que su rápida expansión se produce especialmente entre los centros educativos y en universidades. Es en 1899 cuando se ocasiona un nuevo avance, de la mano de un alumno de catorce años de la Escuela de Staffs, A. T. Finney, que inventa un juego en donde se incluye una raqueta de mango corto recubierta de pergamino y una red de 17,5 cm de altura (Quintano et al., 1986; Bermejo et al., 1991).

En torno al año 1900 es cuando se empieza a utilizar el nombre onomatopéyico de "Ping-Pong", como consecuencia de la introducción en este juego, por parte de James W. Gibb, de una pelota de celuloide que producía un sonido característico de "ping", cuando era golpeada con las raquetas revestidas con trozos de pergamino estirados, y de "pong" tras su rebote en la mesa. En 1901 la firma John Jaques Ltd.[®], registra en Estados Unidos este novedoso juego, aunque posteriormente vende los derechos a Parker Brothers (Figura 5), extendiéndose así este juego por toda Europa y Estados Unidos.



FIGURA 5. Juego de Ping-Pong comercializado por Parker Brothers (ITTF Museum)

En América, durante la última parte del siglo XIX, Cornelius Schaad menciona en su tratado “A Manual of Ping-Pong” (1929), que un juego de interior inglés basado en el tenis era jugado con pelotas tejidas para no dañar el mobiliario.

Es en 1926 cuando se crea la Federación Inglesa de Tenis de Mesa, siendo presidente Ivor Montagu y secretario Bill Pope, organizándose en Londres el primer Campeonato del Mundo de tenis de mesa, con la participación de Hungría, Austria, Inglaterra, India, País de Gales, Checoslovaquia y Alemania (Bermejo et al., 1991). A raíz de este campeonato surge la ITTF, siendo el presidente y secretario los mismos que crearon la Federación Inglesa. Este acontecimiento hace que este deporte se desarrolle con mayor auge en el centro de Europa, destacando especialmente Hungría. En esta época se usaba ya una pala de madera recubierta con caucho granulado.

Checoslovaquia sustituye a Hungría en el ámbito mundial y Rumanía a nivel femenino domina de 1950 a 1955 (Quintano et al., 1986). Entre tanto, el ya tenis de mesa se sigue extendiendo como deporte a Estados Unidos, país que se proclama en 1937 campeón mundial en las competiciones de equipos masculino y femenino.

En 1952 la ITTF organiza por primera vez un Campeonato Mundial fuera de Europa, en Bombay (India). Japón destaca en esta competición con un gran éxito debido a la utilización de unas técnicas muy novedosas, gracias al uso de unas palas que tenían un revestimiento de caucho provisto de un esponja subyacente, que les permitía dar una velocidad y un efecto a sus golpes que les resultaba imposible de controlar a los adversarios (Quintano et al., 1988; Bermejo et al, 1991).

Los jugadores japoneses se mantienen en los máximos puestos hasta 1959. A partir de 1961 el dominio pasa a manos de los jugadores chinos. En este momento se considera el inicio del desarrollo y consolidación de unos elementos técnicos que cambiaron y revolucionaron totalmente este deporte, el topspin y el sidespin.

A partir del año 1958 comienzan las competiciones continentales, alternándose con los mundiales, dominados por los países asiáticos como China y Japón (Quintano et al., 1986). No es hasta 1977 cuando el Comité Olímpico Internacional (COI), en Praga, reconoce el tenis de mesa como deporte olímpico. Sin embargo, no se le incluye hasta 1988 en la XXIV Olimpiada, celebrada en Seúl, siendo aún deporte de exhibición, hasta su incorporación definitiva en el programa olímpico en Barcelona 1992.

En los últimos años el deporte del tenis de mesa ha alcanzado la cifra de casi 300 millones de practicantes por todo el mundo (Gu, Yu, Shao, y Baker, 2019), continuando en la actualidad su expansión y desarrollo.

2.2. El tenis de mesa en España

Se desconocen y son algo inciertos los orígenes de este deporte en España. Hay noticias de su práctica en ciudades como Huelva y Vigo, en los primeros años del siglo XX, probablemente importado por ciudadanos ingleses que trabajaban en compañías del Reino Unido establecidas en nuestro país. En esas fechas la Orden de los Salesianos lo introducen en Sevilla.

En la década de los años 1910 a 1920 se jugaba en ciudades como Madrid y Oviedo. En 1920 se encuentra una noticia escrita donde se mostraba la práctica de este deporte en el Real Club de Tenis de Barcelona. En 1930 se funda el Calella Ping-Pong Club y en 1931 el Club “De 7 a 9”, ambos de Barcelona. Por estas fechas ya se jugaba asiduamente en Madrid, celebrándose encuentros entre jugadores barceloneses y madrileños (Quintano et al., 1986).

De 1931 a 1934 se disputan en Barcelona con carácter anual campeonatos oficiales en categoría individual masculina. Se funda la Federación Catalana de Ping-Pong en 1935 y se celebran los primeros campeonatos oficiales de Cataluña, dominando el club “De 7 a 9” en equipos masculinos y femeninos. No se celebraron sin embargo las pruebas de individual femenino y dobles femeninos. Finalizada la Guerra Civil Española se organizan en 1941 los terceros campeonatos oficiales de Cataluña.

No es hasta 1942 cuando se funda en Barcelona la Federación Española de Tenis de Mesa siendo su primer presidente Andrés Arch. Al año siguiente, en 1943, se organizaron en Barcelona los primeros campeonatos de España absolutos, participando los clubes campeones de Baleares, Cataluña, Guipúzcoa y Vizcaya (Bermejo et al., 1991). Dentro de la actividad internacional (Figura 6), España participó en 1954 por primera vez en unos campeonatos del Mundo (Pradas y Castellar, 2019).



FIGURA 6. Competición internacional España-Austria (Archivo RFETM)

En el año 1961, después de la celebración de un torneo previo de ensayo en Cádiz, se crea la liga nacional, la cual sirvió indudablemente para elevar el nivel de juego en toda España. También en este año aparecen las federaciones regionales y sus filiales provinciales, suponiendo un nuevo impulso a la consolidación de este deporte. En 1964 se celebran en Vigo los primeros campeonatos de España juveniles contribuyendo esta organización poderosamente a la instauración de este deporte entre los más jóvenes (Quintano et al., 1986).

A partir de 1960 se mejora la organización y estructura de los campeonatos nacionales y de las ligas nacionales, incrementándose de manera notable la participación. La liga nacional comenzó en 1961 con nueve equipos en primera división masculina y cuatro en segunda división, no disputándose en categoría femenina. Los primeros campeonatos de España vieron solo la participación de 4 equipos masculinos y 2 femeninos.

En 1978 se celebran en Palencia los primeros campeonatos infantiles de España, como complemento a la programación juvenil. Más tarde, se incorporaría la categoría alevín, y por último, ya en el año 2000, la benjamín. Este hecho supuso el impulso definitivo de este deporte y su consolidación en las categorías inferiores (Pradas, Herrero, y Díaz, 2015).

Desde 1942 la Real Federación Española de Tenis de Mesa (RFETM), atendiendo a sus Estatutos y Reglamentos, es la entidad que promueve y desarrolla esta modalidad deportiva de acuerdo con la Ley 10/1990, de 15 de octubre, del Deporte (1990), y el Real Decreto sobre Federaciones Deportivas Españolas (1991), bajo la coordinación y tutela del Consejo Superior de Deportes (CSD).

Actualmente, el tenis de mesa es un deporte que se encuentra extendido prácticamente por toda la geografía nacional, y cuya práctica deportiva y recreativa ocupa un lugar muy destacado en España (Pradas et al., 2015). En el año 2019 el número de licencias de la RFETM fue de 71.091, el 87% de las licencias correspondían a varones y el 13% a mujeres, según datos publicados por el Ministerio de Cultura y

Deporte de España (www.culturaydeporte.gob.es), existiendo una brecha importante entre la práctica del tenis de mesa masculino y femenino.

CAPÍTULO II

ASPECTOS REGLAMENTARIOS

**SUMARIO DEL CAPÍTULO II
ASPECTOS REGLAMENTARIOS**

CAPÍTULO II. ASPECTOS REGLAMENTARIOS

1. EL SERVICIO

2. LA JUGADA Y EL TANTO

3. LA ANULACIÓN

4. LA REGLA DE ACELERACIÓN

5. EL ESPACIO DE JUEGO

6. SISTEMAS DE JUEGO

6.1. Sistema de liga

6.1.1. Con un número par de participantes

6.1.2. Con un número impar de participantes

6.2. Sistema de eliminatoria

6.3. Competición por cabezas de serie

6.4. Pruebas por equipos

6.4.1. El sistema Corbillon

6.4.2. El sistema Swaythling tradicional

6.4.3. El sistema Swaythling reducido

6.4.4. El sistema copa del mundo

6.4.5. El sistema olímpico

“En los últimos años el tenis de mesa ha experimentado una considerable evolución gracias a la inclusión de una gran variedad de cambios y modificaciones reglamentarias. Desde la desaparición de la volea, por considerarse absurda la norma, hasta el actual sistema de juego del cual muchos fueron escépticos. En un principio, el Reglamento Técnico de Juego ha ido dudando en diferentes reglas hasta hoy día, y no parece que se haya llegado a una consolidación total. Lo cierto es que para ser competitivos con otros deportes, el tenis de mesa ha tenido que ir adaptándose a los tiempos, buscando en cada momento lo que el espectador demanda”

MIRÓ (2009)

1. EL SERVICIO

El primer golpe que se efectúa y con el que da comienzo una jugada se denomina servicio o más familiarmente conocido como “saque”. Esta técnica es la que permite poner la pelota en juego sobre la mesa de manera reglamentaria. En el año 2005 la ITTF modificó la normativa respecto al saque, indicando que la pelota no puede ser ocultada durante el servicio al receptor por el servidor, o por su compañero de dobles o por la vestimenta (ITTF, 2005). El servidor debe mostrar en todo momento la pelota en su mano al efectuar el servicio para que el restador la pueda ver con claridad.

La intención de esta modificación era la de evitar o reducir al máximo los puntos directos de servicio, intentado conseguir así que las jugadas fueran más largas y atractivas para el espectador.

Para que un servicio sea válido la pelota ha de pasar por encima de la red, botando primero en el campo del servidor (jugador que pone la pelota en juego), y después en el campo del restador (jugador que devuelve la pelota). Si en el servicio la pelota toca la red y posteriormente efectúa un bote sobre el lado contrario de la mesa se tiene que volver a sacar, repitiéndose el servicio tantas veces como suceda esta situación.

El receptor o restador es el jugador que ha de golpear en segundo lugar la pelota en una jugada. Todas las jugadas estarán supervisadas por un árbitro que es la persona designada para dirigir un partido o encuentro. El árbitro principal podrá tener un asistente como persona designada para asistirle en ciertas decisiones.

En el juego de dobles (Figura 7), el servicio se ha de hacer obligatoriamente en diagonal (A) desde la parte derecha de la mesa. En cada cambio de servicio se intercambian las posiciones de la pareja de jugadores que acaba de servir, el compañero del servidor (B) se convierte en restador y el restador anterior (X) se

convierte en servidor, y así sucesivamente interviniendo los cuatro jugadores de la siguiente manera: A-X, X-B, B-Y e Y-A, iniciándose de nuevo la rotación.

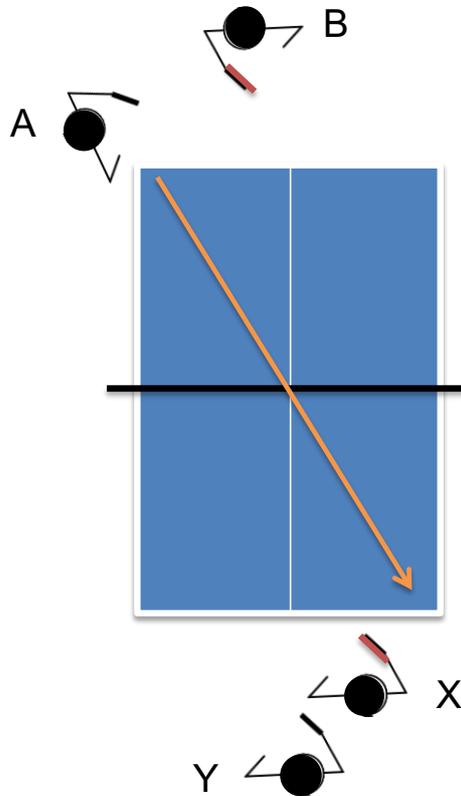


FIGURA 7. El servicio en el juego de dobles (Pradas, Herrero y Díaz, 2015)

Si un servicio es incorrecto se pitará falta. Con estas reglas se intenta limitar el componente técnico del servicio para que el tiempo de juego sobre la mesa y el número de golpes sea mayor.

2. LA JUGADA Y EL TANTO

El tenis de mesa se puede definir como un deporte en el que se hace necesario golpear un móvil (la pelota), con un implemento (la pala), mediante una técnica gestual específica, que permite desarrollar una jugada utilizando un estilo de juego específico (defensivo, mixto u ofensivo), con la intención táctica de dirigir el móvil

hacia un espacio libre lejos del adversario como regla más elemental de juego (Pradas, 2002).

La dinámica de juego que se produce en este deporte se encuentra clasificada dentro de las disciplinas denominadas como de oposición, si su juego tiene un carácter individual, y de cooperación-oposición si se efectúa en la modalidad de dobles (Parlebas, 1981). Atendiendo a la clasificación efectuada por Hernández (1994), se puede considerar al tenis de mesa como un deporte de adversario que se desarrolla en un espacio común de juego, realizado sobre una mesa dividida en su centro por una red, en donde se produce una forma de participación alternativa a distancia.

Toda acción técnica se rige por el reglamento técnico de juego, considerado como el conjunto de normas establecidas por el órgano competente, en nuestro caso la RFETM, que regula la práctica de este deporte en todo el territorio nacional, aplicando las directrices y regulaciones establecidas por la ITTF. Esta normativa de juego debe ser aplicada de manera obligatoria en cualquier competición de carácter oficial, asegurándose así que este deporte se juega en idénticas condiciones en el mundo entero.

Por definición, la jugada en tenis de mesa es el período de tiempo durante el cual la pelota se encuentra en juego. Esta acción se produce desde el momento en el que la pelota permanece inmóvil en la palma de la mano libre (la mano de la pala es la mano que empuña la pala considerándose el otro brazo como mano libre), para efectuar un servicio, hasta que se decide si ha habido un tanto o una anulación. Un tanto es una jugada cuyo resultado es anotado mientras que una anulación es una jugada cuyo resultado no es anotado.

Se debe tener en cuenta que durante una jugada no es necesario que la pelota pase por encima del conjunto de la red, ya que también se considera válida la jugada si pasa por cualquier lugar que no sea entre la red y los soportes de ésta, siempre y cuando toque la superficie de juego tras un golpeo. La pelota que toca una

arista de la superficie de la mesa se la considera como buena, sin embargo si toca el lateral será considerada como mala.

Hasta el año 2000 los partidos se jugaban al mejor de 3 ó 5 juegos disputándose cada juego hasta los 21 puntos. En la actualidad todos los partidos se juegan al mejor de 5 ó 7 juegos, disputándose 11 puntos en cada juego (ITTF, 2001). Con esta nueva reglamentación la ITTF busca mantener la emoción del espectador en todo momento, haciendo que el juego fuera más atractivo, sobre todo para estar mas presente en los medios de comunicación.

El jugador o pareja que consigue primero 11 puntos gana un juego, excepto cuando ambos consiguen 10 puntos, en ese caso el juego lo gana el que haga dos puntos más que el adversario.

Una jugada se la considera como válida si el jugador golpea la pelota con su pala empuñada con la mano, o con la misma mano por encima de la muñeca. Un jugador obstruye la pelota si él, o cualquier cosa que vista o lleve, la toca en juego cuando está por encima de la superficie de juego o se está dirigiendo hacia ésta, no habiendo tocado su campo desde la última vez que fue golpeada por su adversario (RFETM, 2019).

3. LA ANULACIÓN

La jugada será anulada si:

- En el servicio la pelota toca el conjunto de la red, siempre y cuando, por lo demás, el servicio sea correcto o si la pelota es obstruida por el receptor o su compañero.
- Se efectúa el servicio cuando el receptor o pareja receptora no están preparados, siempre que ni el receptor ni su compañero intenten golpear la pelota.
- El fallo al hacer un servicio o una devolución, o cualquier otro incumplimiento

de las reglas, es debido a una perturbación fuera del control del jugador.

- El árbitro o árbitro asistente interrumpen el juego.

4. LA REGLA DE ACELERACIÓN

Es el método reglamentario establecido para evitar que los juegos sean demasiado largos, como podría suceder en un enfrentamiento entre dos jugadores de estilo de juego defensivo. Se activará si en un partido un juego dura más de 10 min y no han llegado a nueve tantos los dos jugadores. En el momento de activar la regla si la pelota esta en juego, este se interrumpirá y hará el servicio el jugador que lo había realizado. Si la pelota no está en juego, se reanudará con el servicio del jugador que recibió en la jugada anterior. Desde este momento cada jugador servirá un tanto hasta el final.

El jugador ganará un tanto si hace 13 devoluciones. Si la regla entra en vigor se mantendrá vigente hasta el final del partido. El orden del servicio será el mismo excepto que el servicio cambia cada tanto en lugar de cada dos tantos (ITTF, 2007).

5. EL ESPACIO DE JUEGO

Deberá ser rectangular de 14 m o más de largo, 7 m de ancho y 5 m de alto. Las esquinas pueden sustituirse por vallas de menos de 1,5 m de longitud. El área de juego estará delimitada por vallas de unos 75 cm de altura, del mismo color de fondo oscuro, separando a los espectadores y las áreas contiguas.

La intensidad luminosa en competiciones (Campeonatos del Mundo, Juegos Olímpicos y Paraolimpiadas), debe ser como mínimo de 1000 lux, distribuida uniformemente en la superficie de juego y de 500 lux en el resto del área de juego. En otras competiciones como mínimo será de 600 lux. La fuente de iluminación no estará a menos de 5 m por encima del suelo (ITTF, 2003).

6. SISTEMAS DE JUEGO

Hay dos sistemas para organizar las competiciones: liga o eliminatoria o una mezcla de ambas.

6.1. Sistema de liga

Donde se juega todos contra todos durante una o más rondas.

6.1.1. Con un número par de participantes

El número de partidos que se celebrará cada jornada será la mitad del total de participantes. El número de rondas será el número de participantes menos uno. Los partidos por ronda se establecerán a partir de la siguiente fórmula: $\text{participantes} / 2 \times (\text{participantes} - 1)$.

6.1.2. Con un número impar de participantes

El número de partidos que se celebrará cada jornada será la mitad del total de los jugadores. El número de rondas será el número de participantes. El número de partidos que se jugará cada ronda será número de participantes / 2.

6.2. Sistema de eliminatoria

Es la competición en la que los jugadores se enfrentan por sorteo o por ranking. Los vencedores de cada partido van pasando eliminatorias. En esta competición se pueden hacer cuadros dobles, por un lado el de vencedores y por el otro el de vencidos.

Se hará un cuadro donde se ponen a todos los jugadores, siendo el número de líneas igual a la potencia de dos inferior al número de inscritos (en este caso habrá un grupo de jugadores que no jugaran la eliminatoria previa), o igual a dicho número (si es

potencia de dos) (Bermejo et al., 1991; Quintano et al., 1986).

6.3. Competición por cabezas de serie

Es una competición por eliminatorias en donde se establecen cabezas de serie. El número máximo de cabezas de serie será igual a la potencia de dos superior al número de inscritos dividido entre cuatro.

6.4. Pruebas por equipos

Hay diferentes sistemas de juego para disputar los partidos por equipos. Los más destacados son dos:

6.4.1. El sistema Corbillon

Esta prueba la pueden jugar un mínimo de 2 jugadores y un máximo de 4. Se compone de dos partidos individuales, uno de dobles y dos más de individuales, en este mismo orden (Tabla 2). Vence el equipo que consigue ganar 3 partidos. Los jugadores del dobles pueden ser los mismos, uno diferente o los dos diferentes a los que jugaron individuales. Los jugadores denominados como base, o de mejor nivel, de cada equipo irán ubicados en las letras A e Y.

A	X
B	Y
DOBLES	DOBLES
A	Y
B	X

TABLA 8. El sistema Corbillon

6.4.2. El sistema Swaythling tradicional

Se compone de tres partidos individuales (Tabla 3). Vence el equipo que consigue cinco victorias. En el sorteo a un equipo se le asigna la combinación de letras A-B-C mientras que al otro la X-Y-Z. Los jugadores base se ubican en las letras B y Z.

A	X
B	Y
C	Z
B	X
A	X
B	Y
C	Z
B	X
A	Z
C	Y
B	Z
C	X
A	Y

TABLA 3. El sistema Swaythling tradicional

6.4.3. El sistema Swaythling reducido

En esta prueba el encuentro finaliza cuando un equipo consigue cuatro victorias (Tabla 10).

A	Y
B	X
C	Z
DOBLES	DOBLES
A	X
C	Y
B	Z

TABLA 4. El sistema Swaythling reducido

6.4.4. El sistema copa del mundo

Se juegan sólo los partidos individuales (Tabla 5). Se finaliza cuando un equipo alcanza tres victorias.

A	X
B	Y
C	Z
A	Y
B	X

TABLA 5. El sistema copa del mundo

6.4.5. El sistema olímpico

En esta prueba cada equipo está formado por tres jugadores (Tabla 6). Se permite a partir del dobles seleccionar el jugador individual que competirá después del dobles. Se disputa un máximo de tres partidos individuales por jugador y el dobles. El dobles estará formado por el jugador que no ha competido en el individual con otro jugador que ya ha competido. Gana el equipo que consigue tres victorias (RFETM, 2019).

DOBLES: B-C	DOBLES: Y-Z
A	X
C	Z
A	Y
B	X

TABLA 6. El sistema olímpico

CAPÍTULO III

MATERIALES DE JUEGO

SUMARIO DEL CAPÍTULO III
MATERIALES DE JUEGO

CAPÍTULO III. MATERIALES DE JUEGO

1. LA MESA

- 1.1. La mesa
- 1.2. El conjunto de la red

2. LA PALA

- 2.1. La madera
 - 2.1.1. La hoja
 - 2.1.2. El mango o empuñadura
- 2.2. El revestimiento

3. LA PELOTA

“En los orígenes del tenis de mesa, cuando todavía este deporte estaba considerado como una actividad de entretenimiento, se utilizaban para jugar improvisados materiales convenientemente adaptados. Con el transcurso de los años el implemento necesario para realizar este deporte, la pala, ha sufrido importantes modificaciones. Sin lugar a dudas el progreso del tenis de mesa ha venido de la mano de la evolución de la pala y de los elementos que la componen”

BERMEJO, RAMOS, QUINTANO Y DONPING (1991)

1. LA MESA

1.1. La mesa

El deporte del tenis de mesa se desarrolla en un área de juego delimitada mediante vallas separadoras en cuyo centro se encuentra situada una mesa de dimensiones reglamentarias.

Atendiendo al reglamento técnico de juego (RFETM, 2019), la mesa debe ser rectangular y encontrarse situada en un plano horizontal a 76 cm del suelo. Sus dimensiones se encuentran estandarizadas siendo su anchura de 1,52 m y su longitud total de 2,74 m. La mesa está dividida en dos campos idénticos mediante una red vertical situada en el centro y paralela a las líneas de fondo.

El material de la mesa es indiferente siempre que permita un bote uniforme en toda su superficie de unos 23 mm, si dejamos caer una pelota reglamentaria desde unos 30 cm. Su color debe ser oscuro, uniforme y mate, con un grado de reflejo mínimo para un ángulo de 60 grados. Los colores más habituales de la superficie de juego son el azul o verde.

La superficie de juego suele tener un espesor de entre 22 y 28 mm, incidiendo esta característica sobre la velocidad del rebote de la pelota (Pradas y Herrero, 2015a). La zona reglamentaria de juego no incluye los laterales de la parte superior de la mesa pero sí sus bordes. Sobre la superficie de la mesa se encuentra pintada a lo largo de cada borde una línea lateral blanca de 2 cm de anchura, y una línea de fondo blanca de 2 cm a lo largo. Cada campo a su vez se divide para el juego de dobles en dos medios campos iguales, delimitados por una línea central blanca de 3 mm de anchura y paralela a las laterales. La línea central se la considera parte integrante del medio campo derecho.

El coeficiente de rozamiento entre la superficie de la mesa y la pelota no debe ser muy alto, evitando el efecto patinaje sobre la mesa. Por último, cabe destacar que la mesa puede ser fija o móvil, incorporando unas ruedas en su estructura. Las mesas fijas suelen ser utilizadas habitualmente en alta competición, mientras que las móviles en clubes y escuelas de iniciación deportiva por su facilidad para su manejo, transporte y almacenaje (Pradas, Herrero, y Plà, 2015).

1.2. El conjunto de la red

El conjunto de la red se compone de varios elementos que son la red, su suspensión, los soportes y sus fijaciones a la mesa. Los dos campos de la mesa están separados por una red que se encuentra elevada de manera vertical en toda su longitud a una altura de 15,25 cm.

La red se mantiene sujeta a la superficie de la mesa mediante dos postes que sobrepasan los laterales de la mesa hasta los 15,25 cm. Los postes suelen ser de color negro. La red está compuesta por una malla de cuadros, que no deben dificultar la visión, de un tamaño entre 7,5 y 12,5 mm. En la parte superior de la red se sitúa una franja blanca de no más de 15 mm.

2. LA PALA

El implemento necesario para poder realizar este deporte es la pala, material considerado como un elemento individual de juego muy personal (Pradas, Herrero, y Plà, 2015). La pala tiene dos partes: la madera y los revestimientos (Figura 8).



FIGURA 8. Partes de una pala (Pradas, Herrero, y Plà, 2015)

Este tipo de implementos suelen estar fabricados generalmente en madera. Las características y la composición de la pala es específica de cada jugador y de su tipo de juego. A lo largo de la historia este implemento ha sufrido muchas modificaciones, debido a cambios reglamentarios y a los avances científicos en cuanto a la evolución de cada uno de los materiales que la componen.

Hoy en día la pala puede tener cualquier peso, tamaño y forma, pero debe mantener siempre la característica de tener una superficie con la hoja plana, rígida y con revestimientos opacos (Tepper, 2003). El peso más habitual suele encontrarse entre los 80 y 95 g. Las palas más ligeras se usan para un juego más defensivo y las más pesadas para uno más ofensivo.

2.1. La madera

Hay distintos tipos de maderas, unas más rápidas y compactas que tienen peor control, y otras más lentas y porosas que tienen un mejor control sobre la pelota.

Otras características relevantes de la madera son su peso y elasticidad. El peso total de una pala tiene una influencia directa sobre la velocidad de salida y el control de la pelota tras un golpeo, siendo las más pesadas las indicadas para desarrollar un juego ofensivo y las de menor peso utilizadas para desarrollar un estilo de juego defensivo y de mayor control.

La elasticidad, es decir, la capacidad que tiene la madera para deformarse al impactar durante el golpeo sobre la pelota, determina diferentes tipos de palas: rígidas, semirrígidas y elásticas. Las rígidas favorecen el ataque y las elásticas favorecen el control y el efecto sobre la pelota.

La madera está compuesta de dos partes: la hoja y el mango.

2.1.1. La hoja

La hoja de la pala es plana y está formada por un número impar de capas (3, 5 ó 7). Entre ellas se pueden encontrar láminas de distintos materiales que proporcionan diferentes características a la pala como: velocidad, control o rigidez (Bermejo et al., 1991; Pradas, Beamonte, y Sierra, 2009). La hoja debe ser en un 85 % o más de madera natural en su interior, pudiendo incorporarse una capa de un material como fibra de carbono, de vidrio o de papel prensado (no más del 7,5 % del grosor 0,35 mm) (Pradas, Herrero, y Plà, 2015; RFETM, 2019).

Siguiendo la clasificación realizada por Pradas y Aguilar (2002) y Pradas et al. (2009), en la tabla 1 se presenta una descripción de las características más importantes de la hoja de la madera.

TABLA 1. Tipos de maderas (Pradas, Herrero y Plà, 2015)

MADERA	DENSIDAD	CARACTERÍSTICA	PLACAS	JUGADOR
Ofensiva	Rígida	Velocidad Potencia	7 placas	Atacante
Allround o control	Intermedia	Velocidad-Control	5-7 placas	Mixto
Defensiva	Elástica	Control Efecto	3-5 placas	Defensivo

La hoja es el lugar en el que se adhieren los recubrimientos necesarios para ejecutar los diferentes golpes técnicos, siendo muy importante para la velocidad que se imprime a la pelota, así como por la cantidad de efecto y control que podemos ejercer sobre la misma (Bermejo et al., 1991; Pradas et al., 2009). Este componente de la pala es de vital importancia para el desarrollo técnico-táctico, por lo que siempre debe estar en consonancia con el estilo de juego a desarrollar (defensivo, ofensivo o mixto), y los revestimientos a utilizar (Pradas y Aguilar, 2002).

2.1.2. El mango o empuñadura

Es la zona por la que se empuña la pala. Existen dos tipos diferentes de agarre: clásica y lapicero (Figura 9).



Figura 9. Tipos de empuñaduras (Pradas, Herrero y Pla, 2015)

La empuñadura clásica o europea, conocida en Francia también como ortodoxa, es un tipo de agarre en el que el mango se encuentra dentro de la palma de la mano y rodeada suavemente por tres dedos. El índice y el pulgar se posicionan paralelos, cada uno en una cara opuesta de la pala. Esta empuñadura permite jugar con los dos lados de la pala.

Dentro de esta empuñadura podemos encontrar cuatro tipos de mangos para sujetar y manejar la pala:

- La forma recta. Suele ser la preferida por el jugador defensivo. Tiene la superficie plana favoreciendo el cambio de cara para golpear de revés o de derecha.
- Las formas cóncavas y cónicas. Los utilizan los jugadores de ataque porque requieren menos fuerza en el golpeo de la pelota.
- La forma anatómica. En este agarre el antebrazo está más relajado y se adapta mejor a la palma de la mano, requiriendo menos fuerza y permitiendo menor variación del ángulo.

La empuñadura tipo lapicero o recta tiene dos versiones, la china y la japonesa. La empuñadura tipo japonesa se diferencia de la china porque es más gruesa y estrecha por un lado y muy delgada por el otro. Se agarra con el pulgar y el índice como un gancho. El resto de los dedos quedan estirados sobre la otra cara de la pala. En la empuñadura china los dedos se recogen sobre la cara utilizada para el revés.

2.2. El revestimiento

El revestimiento es el complemento que se adhiere a cada hoja y se caracteriza por imprimirle a la pelota, en función del tipo de golpeo efectuado, una cantidad y tipo de efecto. Los revestimientos están formados por la unión de dos superficies, la goma o caucho y la esponja.

La esponja es obligatoria en todas las gomas cuyos picos se encuentren orientados hacia el interior. Sirve de base a las gomas. Las esponjas pueden tener diferentes espesores que varían entre los 0,5 mm y 2,5 mm.

Atendiendo a su dureza las esponjas se pueden clasificar en diferentes tipos (Tepper, 2003):

- Duras: se usan en gomas más agresivas.
- Medias: se usan en gomas de mayor control.
- Blandas: se usan en principiantes porque son más lentas que las duras.

La goma es la superficie más exterior de un revestimiento y es la parte que se pone en contacto con la pelota en cada golpeo. Su interior se encuentra recubierto con numerosos picos de goma distribuidos uniformemente sobre todo el revestimiento. Si los picos están orientados hacia fuera su densidad será de 10 a 30 por cm² y grosor menor o igual a 4,0 mm. Cuando los picos se encuentren orientados hacia dentro su espesor será menor de 2,0 mm.

El revestimiento no sobrepasará los límites de la hoja, si bien la parte más cercana al mango que se sujeta con los dedos puede quedar al descubierto o cubrirse. Uno de los lados será obligatoriamente de color rojo vivo y el otro negro.

Según la clasificación realizada por Pradas, Beamonte y Sierra (2009), los distintos tipos de revestimientos que podemos encontrar son tres (Figura 10):

- Backside o picos hacia el interior: tiene mayor adherencia siendo una goma ofensiva con la que se pueden realizar todo tipo de efectos.
- Antitop: genera poca fricción y es poco sensible al efecto del contrario. Devuelve el efecto inverso al jugador contrario. Tiene un carácter defensivo.
- Picos cortos: se usa para un juego de ataque con un predominio del golpeo fuerte y con poco efecto. Permite un gran control de la bola. Resulta muy interesante para el bloqueo y contraataque. Suele usarse en el revés. Controla muy bien los efectos del contrario produciendo entre un 10-20% menos de efecto que las backside (Pradas, 2002). Los picos pueden tener una altura de entre 1-1,3 mm.
- Picos largos: son picos hacia el exterior de entre 1,5-1,8 mm. Son más finos y de menor concentración por centímetro cuadrado que los cortos. Son más flexibles. Producen un efecto múltiple de tipo bumerán como consecuencia de doblarse los picos en distintas direcciones. Son poco sensibles al efecto del contrario. Dentro de ellos encontramos los largos y extralargos. Cuanto más largos más difícil de controlar los efectos producidos para el contrario.

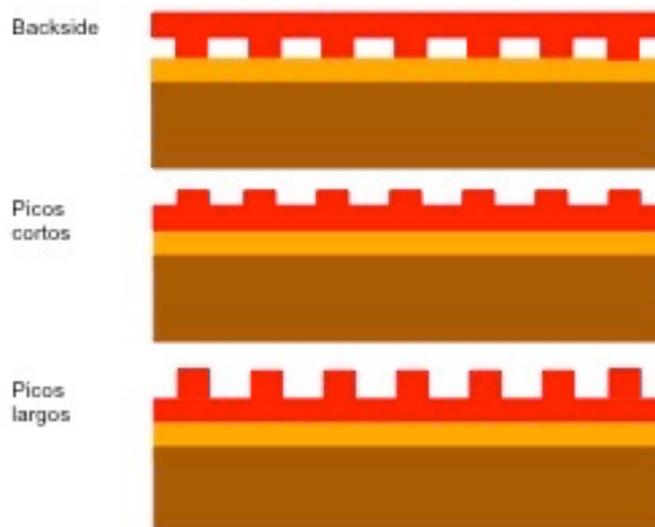


Figura 10. Tipos de revestimientos (Pradas, Herrero y Plà, 2015)

3. LA PELOTA

La pelota es esférica, con un diámetro de 40 mm y un peso de 2,7 g, pudiendo ser de color blanco o naranja y mate. La pelota debe tener un coeficiente de restitución (C_R) de entre 0,89 hasta 0,92. Las características de la pelota fueron modificadas en el año 2000 por parte de la ITTF, modificándose el tamaño de la pelota, aumentando su diámetro de 38 a 40 mm y su material, siendo construidas en la actualidad a base de materiales plásticos (ITTF, 2000).

CAPÍTULO IV

FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y TÁCTICOS

**SUMARIO DEL CAPÍTULO IV
FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y TÁCTICOS**

CAPÍTULO IV. FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y TÁCTICOS

1. FUNDAMENTOS TÉCNICOS

- 1.1. Bases de la técnica
- 1.2. Proceso de aprendizaje de la técnica
 - 1.2.1. Etapa del dominio del rebote sobre la pala
 - 1.2.2. Etapa del dominio de trayectorias sencillas
 - 1.2.3. Etapa del dominio de los efectos
 - 1.2.4. Etapa del juego en la mesa
- 1.3. Los tipos de golpes
 - 1.3.1. Los golpes de ataque
 - 1.3.2. Los golpes de defensa
 - 1.3.3. Los golpes intermedios
 - 1.3.4. El servicio

2. FUNDAMENTOS TÁCTICOS

- 2.1. Bases de la táctica
- 2.2. La táctica en los sistemas de juego
 - 2.2.1. La táctica individual
 - 2.2.2. La táctica colectiva
 - 2.2.3. La táctica mixta

“En el tenis de mesa el componente técnico tiene una gran importancia. En un partido se pueden observar un elevado número de acciones pudiendo incluso superar la frecuencia de un golpeo por segundo (...). En cada golpeo, en función de la técnica realizada y del tiempo de contacto pala-pelota, se puede efectuar un tipo de efecto con la intención de desarrollar una determinada táctica ”.

UZORINAC (1997)

1. FUNDAMENTOS TÉCNICOS

1.1. Bases de la técnica

La técnica se puede definir de forma general como el modelo ideal de juego o bien con el intento de ejecución de un modelo (García, Navarro, y Ruíz, 1996). En el deporte del tenis de mesa resulta de gran importancia aprender y aplicar adecuadamente los fundamentos técnicos por su gran implicación durante el desarrollo de su juego.

Si realizamos un breve análisis sobre la evolución de los fundamentos técnicos del tenis de mesa, en primer lugar aparece Percy Bronfield, quien tuvo un papel decisivo en el origen y desarrollo de la técnica del tenis de mesa. Sin embargo, fue Arnold Parker (1902), quien impulsó un decisivo avance en este deporte a través de la publicación de su libro «Ping-Pong. The game and how to play it», en donde aparecen por primera vez en un documento escrito distintas ilustraciones que indicaban cómo se debían efectuar diferentes técnicas para jugar correctamente.

Más tarde, Bronfield en 1902, perfeccionó la técnica a través de la utilización de la pala de goma fabricada por Goode, logrando un mayor control sobre la pelota. Además, inventó la pelota impulsada con efecto (lanzada) y el movimiento de muñeca, revolucionando las técnicas del Ping-Pong y sentando las bases de la técnica del tenis de mesa actual (Quintano et al., 1986).

Sin duda alguna la técnica es el soporte de la táctica y las cualidades físicas son la base fundamental de la técnica. Para que se realice un juego eficaz se necesita rapidez de movimientos, y variedad, seguridad y precisión en la técnica (Cabello y Torres, 2004).

El primer aspecto técnico a considerar en el tenis de mesa es la colocación del jugador delante de la mesa. Esta situación inicial de juego es muy importante para

poder observar la ejecución del golpeo realizado por el adversario, junto a la dirección, efecto y velocidad que se le ha imprimido al móvil (Pradas, 2004). El jugador debe estar en situación de alerta a nivel muscular, para poder reaccionar física y mentalmente en el menor tiempo posible y contrarrestar la técnica efectuada por el contrario, e incluso para intentar anticiparse a la acción de juego que se va a realizar analizando los preíndices.

Los fundamentos técnicos parten de una situación inicial estática denominada como posición de base (Figura 11). En esta posición el jugador se encuentra en bipedestación, en semiflexión y con el peso corporal repartido equitativamente sobre la zona anterior de ambos pies.

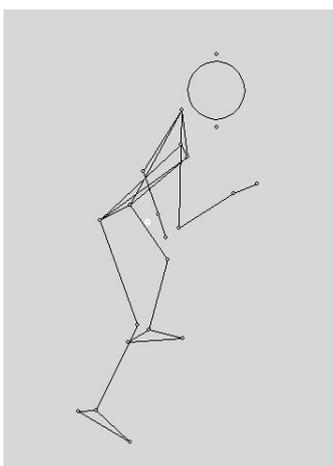


FIGURA 11. Posición de base (Pradas y Herrero, 2015a)

Todas las articulaciones del tren inferior se encuentran flexionadas, con ambas piernas dispuestas en paralelo, o levemente adelantada la pierna contraria al brazo dominante, y separadas aproximadamente a la anchura de los hombros.

El tronco debe mantener una posición de unos 45 grados de flexión de raquis, provocando que el peso del cuerpo se encuentre algo adelantado, para que le permita al jugador desplazarse y reaccionar en el menor tiempo posible frente al juego del contrario.

La pala debe estar delante del cuerpo, con la punta perpendicular a la red y formando el brazo con el antebrazo un ángulo en torno a los 90 grados de flexión (Bermejo et al., 1991; Quintano et al., 1986).

La situación de la posición de base se relaciona con el estilo de juego a desarrollar. En jugadores ofensivos se efectúa próxima a la línea de fondo de la mesa y en jugadores defensivos se retrasa algo, uno o dos pasos. Esta posición depende también del momento táctico en el que se encuentre (servicio, resto, golpe de derecha, etc.) y de la modalidad de juego a realizar (individual o dobles).

1.2. Proceso de aprendizaje de la técnica

En el proceso de aprendizaje de la técnica se pueden encontrar diferentes etapas:

1.2.1. Etapa del dominio del rebote sobre la pala

En esta fase se desarrolla el aprendizaje del primer contacto pala-pelota, a través de actividades lúdicas, como juegos o formas jugadas, en donde se trabaja el equilibrio, la destreza para aprender a controlar rebotes básicos de la pelota sobre la pala a alturas variables y se inicia el concepto de la amortiguación de la pelota.

1.2.2. Etapa del dominio de trayectorias sencillas

Esta fase se centra en enseñar la colocación del cuerpo respecto a la trayectoria de la pelota para poder desplazarse y golpearla en óptimas condiciones (Figura 12). Se trata de ejercitarse en observar bien el vuelo de la pelota y su evolución, para ubicarse adecuadamente respecto a la pelota, y devolverla con la técnica más idónea, dosificando la potencia de golpeo para así poder aprender a controlar y dirigir la pelota.

Una de las reglas básicas de este deporte en esta etapa es la de que siempre resulta más beneficioso hacer un pequeño desplazamiento que estirar excesivamente el brazo.

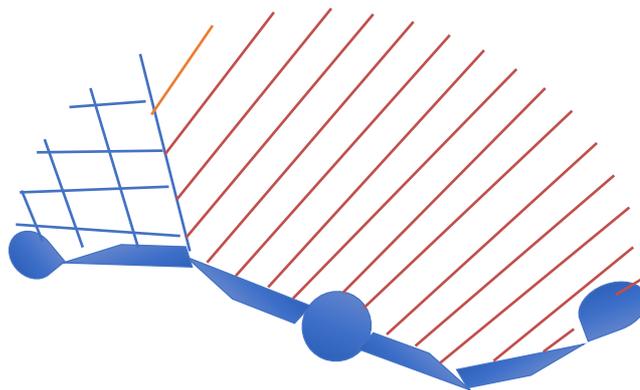


FIGURA 12. Colocación del cuerpo

1.2.3. Etapa del dominio de los efectos

Cada efecto tiene un nombre y una finalidad. Los efectos o rotaciones pueden realizarse en dos sentidos, vertical y horizontal.

En sentido vertical las técnicas que se realizan son las siguientes:

- Topspin: con rotación hacia arriba.
- Cortada: con rotación hacia abajo.

En sentido horizontal las técnicas que se realizan son las siguientes:

- Sidespin: con rotación lateral de izquierda a derecha o de derecha a izquierda y que en ocasiones viene acompañado de un ligero efecto con rotación hacia arriba.
- Servicio: con rotación lateral de izquierda a derecha o de derecha a izquierda.

1.2.4. Etapa del juego en la mesa

Es el momento en el que el jugador está preparado para ponerse delante de la mesa. El jugador debe aprender a jugar muy cerca del rebote de la pelota sobre la mesa, en el punto más alto de la trayectoria o cuando la pelota desciende. En función

de esta situación variará el ángulo de inclinación de la pala (abierto o cerrado), dependiendo de la dirección de la trayectoria, potencia y efecto de la pelota.

1.3. Los tipos de golpes

En todos los golpes técnicos podemos encontrar tres fases durante su realización:

- Una fase preparatoria o inicial.
- Una fase de ejecución o principal.
- Una fase final o de recuperación.

1.3.1. Los golpes de ataque

Son aquellas técnicas cuyo objetivo es aumentar la velocidad sobre la pelota, ya sea imprimiéndole efecto o no. El jugador se colocará de frente a la mesa, en posición de base con la pala ligeramente cerrada hacia delante, el tronco inclinado también hacia delante, las piernas semiflexionadas y la mirada fija en la pelota y en su trayectoria. Dentro de estas técnicas se encuentran las siguientes:

- Ataque de derecha: la acción inicial sobre la pelota se realiza con un movimiento coordinado de hombro y brazo, mientras que la aceleración final se hace con la muñeca.
- Ataque de revés: es una acción anatómica de hombro y antebrazo y puede estar ayudada o no por la muñeca. Se hace desplegando el antebrazo hacia el exterior. Para efectuar esta técnica correctamente es importante mantener una posición paralela respecto a la línea de fondo de la mesa.
- Flip o flick: es un mini golpe efectuado dentro de la mesa. Esta técnica se realiza sobre pelotas que botan cerca de la red o en una zona intermedia de la mesa con mucho efecto cortado o sin efecto. Se efectúa a gran velocidad, usando mano y antebrazo (Tepper, 2003). Hay que situarse muy cerca de la pelota avanzando hacia ella y golpeándola en su máxima altura (Bermejo et al., 1991).

- El topspin: en este golpe de ataque la pelota gira muy rápido sobre sí misma mediante un efecto liftado. Para efectuar esta técnica el jugador se colocará frente a la mesa, con el pie derecho un poco más adelantado que el pie izquierdo (jugador diestro). Para realizar correctamente esta técnica la pala debe tocar muy finamente, mediante una fricción o rozamiento sobre la pelota, a la vez que se efectúa a una gran velocidad. Dentro de este golpeo, dependiendo del efecto que se le imprima a la pelota, se pueden distinguir varios tipos:
 - Topspin lento: describe una parábola alta y lleva una gran cantidad de efecto liftado. En este caso la pala mantiene un mayor tiempo de contacto de fricción con la pelota golpeándola de manera más plana. Se usa ante pelotas que vienen con un efecto muy cortado.
 - Topspin rápido: describe una parábola baja y lleva poco efecto pero mucha velocidad. En este golpeo la pala entra en contacto con la pelota muy poco tiempo y de una manera más oblicua.
- El sidespin o topspin con efecto lateral: es un golpe ofensivo variante del topspin. En su ejecución la pala entra en contacto con la pelota de manera más horizontal a la vez que vertical. En este caso se le imprime a la pelota un efecto lateral (Bermejo et al., 1991; Quintano et al., 1986), además del efecto liftado propio de esta técnica.

1.3.2. Los golpes de defensa

Son aquellas técnicas cuyo objetivo es controlar o defenderse del ataque del contrario. El jugador se colocará de frente a la mesa, en posición de base con la pala en posición neutra, el tronco inclinado hacia delante, las piernas semiflexionadas y la mirada fija en la pelota y su trayectoria. Dentro de estas técnicas se encuentran las siguientes:

- El corte: se hace dentro de la mesa. Su objetivo es impedir el ataque del contrario y pasar a la ofensiva (Hernández, 1998). A veces se puede usar para preparar un golpeo (Tepper, 2003). La pala se desplaza abierta hacia delante, paralela a la mesa

para tocar la pelota en su parte inferior con fricción cortada. Si queremos aumentar el efecto se puede usar la muñeca con un ligero y rápido movimiento.

- La defensa: se realiza alejado de la mesa a media o larga distancia. Su objetivo es defender las bolas que el contrario pueda atacar. Es un movimiento de gran amplitud en donde se imprime a la pelota un gran efecto cortado. Suele combinarse con materiales específicos como gomas de picos largos, intercambiando el lado de contacto con la pelota para generar incertidumbre en el rival, y dudar sin saber valorar el tipo y la cantidad de efecto de cada golpeo. Este movimiento se realiza a una distancia mínima de un metro y medio de la mesa.
- El globo: se realiza con la pala algo cerrada y a una distancia media o alejada de la mesa. Al igual que el topspin es una técnica en donde hay que imprimirle un importante efecto liftado, además de una gran altura, aunque se puede hacer también sin efecto. Se hace cuando la pelota lleva una trayectoria descendente.

1.3.3. Los golpes intermedios

Se trata de una serie de golpes que se hacen mediante una oposición a la trayectoria de la bola. Pueden ser de tres tipos:

- Bloqueo neutro: la pelota es devuelta con su velocidad de llegada, colocando solamente la pala en la trayectoria de la pelota, muy cerca de la zona de su bote. Se utiliza para devolver una pelota que viene con mucha potencia.
- Bloqueo activo: son los que añaden velocidad a la pelota. Se producen cuando la pala empuja con rapidez la pelota.
- Bloqueo pasivo: son los que amortiguan y ralentizan la pelota. Se trata de devolverla de una manera corta y sin velocidad.

1.3.4. El servicio

En algunos casos el servicio puede llegar a ser un elemento técnico-táctico fundamental para ganar el punto de una forma directa (Pradas, 2004). Según Bermejo et al. (1991) los objetivos del servicio son:

- Tomar la iniciativa del juego.

- Realizar directamente el punto.
- Impedir que el contrario tome la iniciativa.

Existe una gran variedad de servicios en cuanto a trayectoria, velocidad y efecto (Meard,1989). El efecto en un servicio consiste en efectuar con un golpeo de la pala una rotación a la pelota en torno a uno o varios de sus ejes (X, Y, Z) (Figura 13). Se caracteriza por tres aspectos fundamentales (Sève, 1993): el eje (X, Y, Z), el sentido (derecha o izquierda) y la velocidad (mayor o menor).

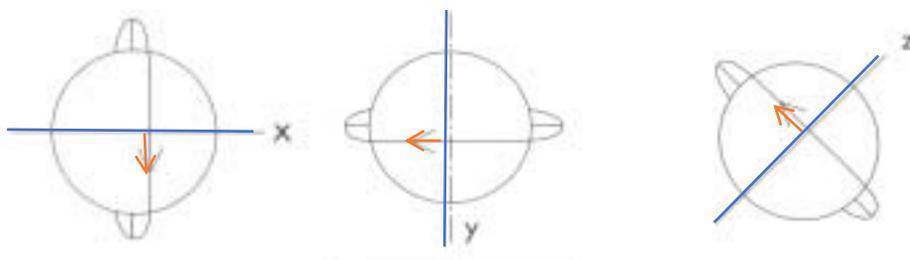


FIGURA 13. Ejes de rotación de la pelota

Lo mas difícil en el tenis de mesa no es saber el tipo de rotación que lleva una pelota sino la cantidad de efecto. No todos los jugadores son capaces de reconocerlo. La mejor forma es concentrarse en observar el momento exacto en el que efectúa el contacto pala-pelota (Tepper, 2003). El efecto es mayor cuanto mas distal toque la pala a la pelota. Como regla general si la pala impacta con la pelota por debajo el servicio será cortado. Si impacta en zona central tenderá a ser sin efecto y si se realiza por encima tenderá a ser con efecto liftado.

2. FUNDAMENTOS TÁCTICOS

La táctica en este deporte es aquella actividad física de carácter psicomotriz en la que la incertidumbre en la realización sólo puede provenir de un adversario directo (Carazo, Serrano, y Cabello, 2002) o de una pareja de adversarios.

2.1. Bases de la táctica

Las principales maneras de marcar un tanto en un partido de tenis de mesa se basan en (Orfeuil, 1982):

- Golpear lo suficientemente fuerte para que el adversario no pueda devolverla.
- Poner la pelota fuera de su alcance.
- Provocar la falta del adversario.

Como norma general en este deporte hay que ser activo y dominar el juego. La táctica tiene como finalidad aprovechar al máximo las cualidades físicas, psíquicas y técnicas de los jugadores para crear situaciones de juego más favorables (Quintano et al., 1986). Hay una serie de variables a la hora de hacer un buen planteamiento táctico en este deporte (Bermejo et al., 1991):

- Anticiparse al adversario.
- Hacer que el adversario cometa errores.
- Aprovechar dichos errores.
- Sorprender al adversario.
- Imponer el propio juego.

La táctica es la forma de desarrollar la estrategia. El objetivo del juego se centra en realizar una acción técnica más que el rival, para dirigir la pelota al espacio libre, lejos del oponente como regla más elemental de juego (Pradas, 2002). Es importante tener en cuenta tres aspectos tácticos elementales: el ángulo abierto, la colocación y la observación.

- **Ángulo abierto:** es el ángulo en el cual el adversario podrá devolver la pelota. Cuanto más corta la pelota, más grande será el ángulo y más fácil para devolverla. Cuanto más lejos vaya la pelota, más pequeño será el ángulo y limitará las posibilidades de variar la colocación.

- Colocación: en cuanto el jugador devuelva la pelota debe moverse rápidamente para cubrir el espacio de juego. El jugador atacante se colocará en el tercio izquierdo del ángulo (jugador diestro), pero el jugador defensivo se colocará hacia la mitad del ángulo abierto.
- Observación: el jugador debe estar pendiente de la colocación del contrario, del ángulo que abre y de lo que hace al golpear la pelota.

Uno de los fundamentos básicos de la táctica de este deporte son el lugar desde dónde se efectúan los golpes, ya que determinan un estilo de juego concreto pudiendo ser de desarrollo de elementos tácticos cercanos a la mesa, a media distancia o a larga distancia.

2.2. La táctica en los sistemas de juego

En función de los sistemas de juego utilizados por los jugadores que se enfrenten entre sí, los esquemas tácticos varían, ya que se encuentran vinculados al estilo de juego que emplee el adversario y a las propias posibilidades del jugador (Bermejo et al., 1991). Existen dos tipos de tácticas de juego en el tenis de mesa:

2.2.1. La táctica individual

Está determinada por el estilo de juego. Se pueden diferenciar tácticas ofensivas, mixtas y defensivas.

- Táctica ofensiva: son jugadores que tienen un juego basado en la velocidad. Deben situarse en la línea de fondo de la mesa. Los golpes decisivos son de derecha y de revés, usan el contrataque, deben anticiparse, su resto debe ser ofensivo y su punto más débil es el centro de la mesa. Pueden ser de juego próximo, media distancia o alejados de la mesa.
- Táctica mixta: son jugadores que desarrollan un juego que es una mezcla del juego ofensivo y del defensivo, en función de la goma que utilicen.
- Táctica defensiva: son jugadores que desarrollan un juego donde predomina el intercambio a la espera del error del rival. Cambian la superficie de golpeo

continuamente y utilizan revestimientos muy diversos. Realizan un juego cortado de gran amplitud gestual, siendo muy pacientes, y su último recurso es la aplicación de la regla de aceleración.

2.2.2. La táctica colectiva

Se utiliza en el juego de dobles y en la competición por equipos. En este último caso la táctica no es de juego sino de estrategia mental, ya que viene determinada por la elección de las letras en el sorteo, en función del sistema de juego de la competición (Corbillón, Swaythling, etc.), y por la distribución por parte del entrenador de los jugadores del equipo en las letras elegidas (si se gana el sorteo), o adjudicadas (si se ha perdido el sorteo), en función del orden de los partidos a disputar y a las características del equipo contrario (véase capítulo II).

En este tipo de pruebas, aunque existen múltiples sistemas de juego, se van a mencionar solamente las dos más utilizadas, el sistema Corbillón y el Swaythling.

- Sistema Corbillón: habitualmente, los jugadores de mayor nivel de juego de cada equipo (jugadores base), se colocan en las letras A e Y. No se debe olvidar que la ubicación de los jugadores en cada letra se realiza en secreto. Aunque se podría colocar al mejor jugador en las letras B o X, para enfrentar al principio del encuentro a nuestro jugador base con el mejor jugador contrario. Es una opción arriesgada, pero se pretende sorprender al adversario e intentar una victoria rápida por 3 a 0, siempre y cuando tengamos muy claro que nuestro jugador base es mejor que el rival.
- Sistema Swaythling: la victoria la consigue quien gane antes cinco partidos. Los mejores jugadores se colocan en las letras B y Z, disputando antes sus tres partidos, y los jugadores más débiles se colocan generalmente en las letras A e Y. Estas ubicaciones de los deportistas en cada letra son pura teoría, ya que el entrenador atendiendo al planteamiento táctico de juego que quiera desarrollar, podrá modificar el orden de los jugadores, en función de si le interesa comenzar el encuentro con un buen resultado inicial, o si

previsiblemente va a ser muy igualado, llegando al 4 a 4. Aquí hay tener muy claro qué jugadores son los más preparados para disputar un hipotético desempate final, fundamentalmente por la fatiga física acumulada y la carga emocional. A veces se colocan en las letras A o X a los mejores jugadores, con la idea de sorprender al equipo contrario y enfrentar a los jugadores de más nivel antes, ya que se encontrarán ubicados en las letras B o Z. Así se asegura un buen resultado final siempre y cuando el jugador A sea de un nivel superior y tenga ciertas garantías de vencer al jugador Z, o el jugador X al B. Las letras que admiten más variaciones tácticas son la combinación de letras X-Y-Z.

2.2.3. La táctica mixta

Es aquella en donde se usa una combinación de las dos anteriores, la individual o de dobles durante el juego, y la distribución de los jugadores en las letras asignadas en función del sistema de competición (Pradas y Herrero, 2015b).

CAPÍTULO V

**FUNDAMENTOS
CONDICIONALES,
FISIOLÓGICOS, METABÓLICOS
Y ANTROPOMÉTRICOS**

SUMARIO DEL CAPÍTULO V
FUNDAMENTOS CONDICIONALES, FISIOLÓGICOS, METABÓLICOS Y
ANTROPOMÉTRICOS

**CAPÍTULO V. FUNDAMENTOS CONDICIONALES, FISIOLÓGICOS,
METABÓLICOS Y ANTROPOMÉTRICOS**

1. FUNDAMENTOS CONDICIONALES

- 1.1. La fuerza
- 1.2. La velocidad
- 1.3. La resistencia aeróbica y anaeróbica
- 1.4. La amplitud de movimiento

2. FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS Y METABÓLICOS

- 2.1. La frecuencia cardíaca
- 2.2. La estructura temporal
- 2.3. Las vías metabólicas
- 2.4. El consumo de oxígeno
- 2.5. El lactato

3. FUNDAMENTOS ANTROPOMÉTRICOS

- 3.1. La antropometría en los deportes de raqueta y pala
- 3.2. Antropometría y tenis de mesa

“La actividad de un jugador de tenis de mesa no sólo viene determinada por la complejidad de sus acciones técnico-tácticas, que deben ser efectuadas de manera multicoordinada y desarrolladas a un ritmo extremadamente rápido, sino también por el carácter acumulativo-explosivo del esfuerzo físico, por la alta precisión que requieren los movimientos a ejecutar, y por la repetitividad de interacciones entre el sistema neuromuscular y el objeto o estímulo en movimiento: la pelota”.

MATYTSIN (1994)

1. FUNDAMENTOS CONDICIONALES

El bádminton, el frontenis, el pádel, el squash, el tenis y el tenis de mesa son disciplinas deportivas integradas dentro de un grupo denominado como deportes de raqueta y pala. Esta familia de deportes comparte algunas características de juego como desplazamientos rápidos y explosivos, continuos cambios de ritmo e intensidad, esfuerzos cortos e intensos y acciones técnicas acíclicas bajo un patrón táctico muy automatizado, que se repiten a lo largo de todo el encuentro. Estas características de juego solicitan un perfil específico de los deportistas, en donde cualidades y capacidades como velocidad, fuerza, resistencia, coordinación y agilidad cobran una gran importancia. Asimismo, los procesos perceptivo motrices y la toma de decisiones, consecuencia del estilo de juego desarrollado y de las situaciones técnico-tácticas que se producen, son otros de los aspectos clave que configuran la dinámica y la lógica interna de estos deportes.

Los deportes de raqueta y pala se caracterizan por la utilización de un implemento específico, raqueta o pala, de diferentes dimensiones, tamaños y formas, imprescindible para realizar diferentes gestos técnicos. El rendimiento en estas disciplinas dependerá del nivel de habilidad demostrado en el manejo del implemento, efectuado de manera coordinada con diferentes capacidades fisiológicas y cualidades físicas. La alta velocidad a la que se producen las acciones técnico-tácticas de juego, y el espacio en el que se actúa sobre el móvil, son dos de los aspectos fundamentales para desarrollar el biotipo, la respuesta fisiológica y metabólica, y la condición física específica y necesaria para obtener un óptimo rendimiento en estos deportes.

Si se analiza en profundidad el deporte del tenis de mesa, se puede comprobar el elevado nivel de exigencia bioinformativo existente, como consecuencia de las acciones técnico-tácticas que se producen, y que solicitan elevados gradientes perceptivo motores y biomecánicos (Pradas, 2002). La coordinación necesaria en tenis de mesa es elevada, al desarrollarse su juego de manera rápida y explosiva, interviniendo de manera simultánea diferentes movimientos coordinados del tren

superior, en especial del lado dominante, con distintos tipos de desplazamientos del tren inferior, efectuados todos ellos a una elevada velocidad, con el fin de poder situarse adecuadamente para golpear en óptimas condiciones la pelota.

Como deporte de oposición el tenis de mesa se caracteriza por presentar siempre el objetivo de realizar una acción técnica más que el contrario. Su regla más básica de juego es también su principio táctico por excelencia, y consiste en dirigir la pelota hacia un espacio libre lejos del contrario (Pradas, 2002). Esta regla elemental puede suponer acciones de juego de una gran variabilidad temporal, situándose sus esfuerzos desde unas décimas de segundo hasta superar en ocasiones los veinte segundos (Yuza et al., 1992).

Todos estos condicionantes obligan a realizar un análisis por separado de cada uno de los factores condicionales, fisiológicos, metabólicos e incluso antropométricos, que definen al tenis de mesa, para de esta manera entender mejor las cualidades que los jugadores deberán desarrollar, para evolucionar hacia un juego más completo y adaptado a las diferentes y cambiantes situaciones técnico-tácticas que se producen.

1.1. La fuerza

En el tenis de mesa el esfuerzo muscular que realiza el tren superior respecto al inferior durante el juego no es proporcional. La resistencia que debe superar el tren superior es porcentualmente mucho más pequeña que la que deben superar las piernas (Matytsin, 1994). El tren inferior debe realizar continuas aceleraciones y acciones de frenado para buscar la colocación más adecuada, golpear la pelota y recuperar de nuevo una posición de espera óptima en el área de juego. Todas estas acciones de juego se realizan a alta velocidad, involucrando a nivel del tren inferior tanto a manifestaciones de la fuerza activa (fuerza explosiva), como reactiva (elástico-explosiva) (Pradas, de Teresa, y Vargas, 2005).

Los niveles de fuerza en la musculatura del hombro, brazo, antebrazo y mano son igualmente importantes. Se ha demostrado que el desarrollo de la fuerza en estos

segmentos corporales pueden mejorar el rendimiento de los jugadores, aumentando la velocidad y la potencia de cada gesto técnico (Chanavirut et al., 2017).

A pesar de la escasa carga física que puede suponer la interacción pala-pelota en las diferentes acciones técnicas, se ha encontrado un desequilibrio en el índice de fuerza isométrica máxima, siendo superior en ambos sexos en el lado dominante respecto al no dominante, incluso en jóvenes jugadores (Carrasco et al., 2010). Investigaciones realizadas en jugadores de alto nivel, han demostrado la existencia también de estas diferencias de fuerza isométrica máxima, incluso considerando el estilo de juego desarrollado (Pradas, de Teresa, Vargas, y Herrero, 2005), observándose mayores diferencias en los jugadores y mínimas en las jugadoras (Ivanovic y Dopsaj, 2012). Estas diferencias pueden encontrarse relacionadas con un mayor desarrollo de testosterona en los varones, aunque también podría influir las diferencias existentes en el tipo de juego que realizan jugadores y jugadoras (Picabea, Cámara, y Yanci, 2017).

1.2. La velocidad

El tenis de mesa se caracteriza por ser un deporte de cierta complejidad, debido a la elevada velocidad de juego a la que se desarrolla, a su alto contenido bioinformativo y a una importante exigencia biomécanica para desarrollar su técnica adecuadamente (Pradas, 2002). Los movimientos característicos de este deporte implican desplazamientos del tren inferior a alta velocidad, en donde se efectúan rápidas pero cortas aceleraciones combinadas con acciones de frenado (Padulo, Di Giminiani et al., 2016; Padulo, Pizzolato et al., 2016), y coordinadas además con la ejecución a elevadas velocidades de diferentes técnicas efectuadas por el brazo dominante.

Todas estas rápidas acciones son consecuencia de la elevada velocidad a la que se traslada la pelota durante el juego. En partidos disputados en competiciones de alto nivel se han llegado a registrar velocidades de la pelota cercanas a los $120 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, incluso sobrepasando en determinadas situaciones los $160 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (Tang, Mizoguchi, y

Toyoshima, 2002). En este contexto deportivo, los jugadores disponen de tan solo unas fracciones de segundo para analizar la situación de juego y responder a nivel motor de la forma más adecuada. Esta toma de decisión instantánea y automática debe estar asociada a un alto grado de precisión en su ejecución, para así poder alcanzar un grado de eficacia motora y técnico-táctica lo más elevada posible (Ripoll, 1989).

La capacidad para imprimir aceleración y velocidad al brazo dominante, y por ende a la pala, son uno de los componentes más importantes para la consecución de golpes óptimos. Investigaciones recientes señalan que la velocidad máxima de la pala se manifiesta en el momento del impacto con la pelota, considerándose éste contacto pala-pelota como uno de los momentos biomecánicos clave necesarios para el éxito (Bankosz y Winiarski, 2017).

Las manifestaciones de la velocidad más presentes en el tenis de mesa son (Pradas, Salvá, González-Jurado, y Vargas, 2015):

- Velocidad de reacción. Entre los dos tipos de esta variable (simple y compleja), es la compleja la que tiene una mayor importancia al necesitar el jugador un alta capacidad para fijar un móvil que se mueve a gran velocidad, y en función de la potencia y efecto que traiga, decidir la forma y momento más oportuno para reaccionar. Este es uno de los motivos por los que en esta disciplina los procesos cognitivos adquieren una gran relevancia.
- Aceleración. Vinculada a la fuerza explosiva y a la rapidez, tanto en movimientos técnicos aislados como en su forma global en acciones más complejas.
- Velocidad máxima. Relacionada siempre con la velocidad máxima segmentaria, al no existir ni tiempo, ni espacio para poder aplicar la velocidad máxima global del cuerpo.

La coordinación necesaria para afrontar con éxito las acciones de juego que se producen en tenis de mesa es significativa. Uno de los motivos de por lo que se

demanda un alto nivel coordinativo es el tipo de juego que se realiza, con acciones de juego explosivas en donde se efectúan de manera combinada distintos tipos de desplazamientos, que obligan a cambiar continuamente la posición, reequilibrando y posicionando el cuerpo y sus diferentes segmentos corporales, para poder imprimir adecuadamente el efecto y la velocidad precisa a la pelota en busca del éxito en cada acción. Esta complejidad de movimientos coordinados se desarrolla habitualmente en jugadas muy cortas con una duración media de 3,5 s (Zagatto, Kondrič, Knechtle, Nikolaidis, y Sperlich, 2017).

Estas características de juego y su velocidad explican, entre otros motivos, los numerosos estudios que analizan este componente de la condición física, asociado a las distintas técnicas de juego y su posible transferencia a otros deportes de raqueta (Akpınar, Devrilmez, y Kirazci, 2012; Kwon, Pfister, Hager, Hunter, y Seeley, 2017; Bankosz y Winiarski, 2017; Fernández-Fernández et al., 2018; Zemková, Muyor, y Jelen, 2018).

1.3. La resistencia aeróbica y anaeróbica

El conocimiento y valoración del metabolismo implicado es una cuestión de suma importancia para conocer las demandas fisiológicas y necesidades físicas del tenis de mesa. El objetivo de determinar las vías metabólicas predominantes resulta imprescindible para poder adecuar las cargas de trabajo, necesarias a lo largo de la planificación deportiva, ajustando tanto los medios como los métodos de entrenamiento más idóneos para la mejora del deportista desde una base científica.

La valoración de la resistencia como capacidad asociada al rendimiento en el tenis de mesa debe vincularse con la duración de los partidos. Las acciones que se producen en este deporte poseen una gran variabilidad temporal. Atendiendo al estilo de juego que se desarrolla en cada partido, los tiempos de esfuerzo y pausa pueden variar, situándose en ocasiones desde unas décimas de segundo en encuentros entre jugadores ofensivos, hasta superar en ocasiones los 20 s, si los enfrentamientos se

producen con jugadores que efectúan un estilo de juego mixto o defensivo (Yuza et al., 1992).

Sin embargo, resulta de mayor interés la realización de un análisis más pormenorizado en donde se describa la densidad de juego, evaluando la duración de las jugadas (tiempos de esfuerzo) y de los descansos (tiempos de pausa), e incluso el número de técnicas efectuadas por jugada. Sólo de esta forma será posible cuantificar la intensidad y determinar el tipo de resistencia implicado (Zagatto et al., 2017).

Investigaciones realizadas durante los Juegos Olímpicos y en Campeonatos del Mundo, en encuentros disputados al mejor de 7 juegos, indican que la duración de los partidos se encuentra en torno a los 45 min, con jugadas comprendidas entre los 3,1 a 3,6 s y tiempos de descanso de 17 a 20,2 s entre puntos. En este contexto deportivo el número de golpes efectuados por jugada se sitúa en un rango de 4 a 5 (Leite, Barbieri, Miyagi, Malta, y Zagatto, 2017).

Atendiendo a los valores evaluados en competiciones oficiales, se puede confirmar que el tenis de mesa sitúa sus esfuerzos en un 4% en la resistencia anaeróbica aláctica y en un 96% del tiempo total de juego en la resistencia de tipo aeróbico (Zagatto, Papoti, Leite, y Beneke, 2016). Sin embargo, la resistencia anaeróbica aláctica se presenta como muy relevante y determinante, a pesar de presentar un escaso valor porcentual, ya que casi todas las acciones de juego decisivas se producen en esfuerzos de muy corta duración.

1.4. La amplitud de movimiento

La amplitud de movimiento, entendida como una valoración cuantitativa del arco de movimiento articular de una determinada articulación al realizar un movimiento cualquiera, con independencia de la velocidad de ejecución, es una variable asociada al perfil de la condición física del deportista.

En este sentido y entendiendo el tenis de mesa como un deporte donde la potencia, la velocidad, la fuerza y la agilidad son elementos esenciales para el rendimiento durante un partido (Zagatto, Morel, y Gobatto, 2010), la amplitud de movimiento se considera una cualidad secundaria, pero intrínsecamente necesaria para expresar una adecuada manifestación de las diferentes cualidades, especialmente interesante para la prevención de lesiones de carácter músculo-esquelético, y un medio ineludible para mantener una armonía en la coordinación gestual (Pradas, Castellar, Quintas, y Arracó, 2016).

Aunque las jugadoras suelen manifestar niveles de amplitud de movimiento superiores respecto a los jugadores (Picabea et al., 2017), no está claro que el nivel de condición física de esta capacidad sea el elemento más importante en el rendimiento del tenis de mesa. Esta situación parte de la necesidad de diferenciar la flexibilidad o la amplitud de movimiento con la elasticidad muscular, entendida esta última como la capacidad de estiramiento y de vuelta a su posición inicial lo más rápidamente posible. Una elevada amplitud de movimiento que no lleve aparejada un alto nivel de elasticidad del mismo grupo articular, puede influir negativamente en la velocidad del gesto, y por tanto en la coordinación neuromuscular necesaria para el éxito en las acciones de juego.

Sin embargo, niveles adecuados de amplitud de movimiento suponen una garantía para afrontar las elevadas cargas de trabajo del tenis de mesa, reduciendo las molestias musculares y tendinosas como consecuencia de las elongaciones máximas del juego (Pradas et al., 2015). En una disciplina como el tenis de mesa, el desarrollo de esta cualidad es un buen método para la prevención de lesiones y la mejora de la cooperación neuromuscular y de la coordinación.

2. FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS Y METABÓLICOS

2.1. La frecuencia cardíaca

La frecuencia cardíaca (FC) es uno de los parámetros más popularmente estudiados en distintas disciplinas deportivas, siendo uno de los pocos índices fisiológicos directos que se pueden recoger en el transcurso de una competición sin alterar su esencia (Torres y Carrasco, 2004).

El análisis de la FC permite determinar, teniendo en cuenta que el tenis de mesa se trata de una especialidad donde las acciones de juego son intermitentes y de alta intensidad, el carácter de los esfuerzos y el volumen de los mismos, es decir, el número y la duración (Cabello, Padial, Lees, y Rivas, 2004). Para efectuar un adecuado análisis de los registros cardíacos durante los partidos resulta necesario medir la frecuencia cardíaca máxima ($FC_{m\acute{a}x}$), media (FC_{med}) y mínima (FC_{min}), ya que estos parámetros permiten conocer la carga de trabajo cardiovascular (Bangsbo, 1996).

Estudios donde se ha abordado la FC como elemento para ubicar la intensidad relativa de este deporte (Faccini, Faina, Scarpellini, y Dal Monte, 1989), sitúan los valores de la FC en partidos entre los 140 y 180 latidos por minuto ($l \cdot \text{min}^{-1}$), representando un valor del 50-75% del máximo teórico obtenido en laboratorio. Los valores medios de $FC_{m\acute{a}x}$, se encuentran en los 177-183 $l \cdot \text{min}^{-1}$ y los de FC_{med} , en los 135-163 $l \cdot \text{min}^{-1}$ (Pradas, Salvà, González-Campos, y González-Jurado, 2015; Zagatto et al., 2010), produciéndose en este deporte esfuerzos de gran variabilidad cardíaca con un predominio de los esfuerzos de tipo submáximo pero de una elevada carga cardiovascular (del 71 al 86% de la $FC_{m\acute{a}x}$).

El %FC, como método indirecto, es una opción más para determinar el porcentaje de esfuerzo cardiovascular del tenis de mesa. Zagatto et al. (2010) situaron la intensidad media en competición en el 81,2% de la máxima frecuencia teórica individual. Cabe destacar que la FC es un indicador que se encuentra afectado por

multitud de variables como pueden ser, entre otras, estrés, temperatura, pérdida de líquidos por deshidratación, etc. (Baron et al., 1992; Noakes, 1993), y que por tanto supone una lectura incompleta para describir el esfuerzo si únicamente nos basamos en ella.

2.2. La estructura temporal

Los tiempos de actividad y de pausa totales de los partidos y de las jugadas disputadas son los aspectos temporales más relevantes. La densidad de juego, como se ha comentado anteriormente, es la relación existente entre el tiempo de esfuerzo y el tiempo de pausa. A través de este indicador numérico se puede cuantificar el esfuerzo realizado y describir con mayor exactitud el perfil metabólico. En el tenis de mesa masculino la densidad de juego se sitúa en un rango numérico que varía desde los 0,15-0,22, hallados en Juegos Olímpicos y Mundiales (Leite et al., 2017), hasta los 0,3-0,6 registrados en torneos nacionales y competiciones simuladas (Zagatto et al., 2016; Zagatto et al., 2010). Hay que considerar que la densidad de juego puede verse afectada según sea el nivel de juego de los jugadores, élite o subélite, y también en función del nivel de la competición, resultando en estos casos densidades muy variables que pueden oscilar desde los 0,12 hasta los 0,5 (Zagatto et al., 2017). No se han descrito densidades de juego que consideren el tenis de mesa femenino.

2.3. Las vías metabólicas

A nivel metabólico el tenis de mesa presenta un perfil que lo ubica dentro de las disciplinas de esfuerzos de corta duración y elevada intensidad, encontrándose su gasto energético en las $0,068 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ (McArdle, Katch ,y Katch, 1990).

Desde el punto de vista de las vías metabólicas el tenis de mesa es un deporte que se caracteriza por esfuerzos predominantemente anaeróbicos, donde se degradan principalmente los depósitos de fosfatos, como el adenosín trifosfato (ATP) y la fosfocreatina (PC) (proceso anaeróbico aláctico), y posteriormente una degradación

anaeróbica de la glucosa (proceso anaeróbico láctico), con unos esfuerzos por jugadas situados entre los 1 y los 15 s (Pradas, Molina, Pinilla, y Castellar, 2013).

El metabolismo aeróbico no suele ser utilizado en su máxima expresión, aunque presenta un papel fundamental en la recuperación de la deuda energética consecuencia de las fases rápidas del juego (Faccini et al., 1989). De esta manera, el jugador puede recuperarse antes y mejor en las interrupciones que se suceden durante un partido, siendo el componente aeróbico un elemento fisiológico que permite al palista mejorar su rendimiento.

Debido a los cambios reglamentarios introducidos por parte de la ITTF hace ya dos décadas, diferentes estudios se han orientado a describir este nuevo contexto deportivo, analizando las consecuencias de estas modificaciones sobre la respuesta metabólica. Trabajos como los realizados por Zagatto et al. (2010), o los de Kondrič, Furjan-Mandić, Kondrič y Gabaglio (2010), ponen de manifiesto que la capacidad aeróbica sigue siendo un elemento predominante en el metabolismo utilizado. En este sentido, Faccini et al. (1989), ya determinaron que la capacidad aeróbica es la responsable en este deporte de la recuperación en los momentos de pausa-descanso, aunque la capacidad anaeróbica aláctica (ATP-PC), resulta igualmente relevante en las situaciones de juego. En definitiva, tanto la vía aeróbica como la anaeróbica aláctica son importantes para el rendimiento en el tenis de mesa (Kondrič, Milić, y Furjan-Mandić, 2007; Zagatto, Papoti, y Gobatto, 2008a; Zagatto, Papoti, y Gobatto, 2008b).

Zagatto et al. (2016) determinaron en un 96% la presencia del metabolismo aeróbico en el tenis de mesa y en un 4% la contribución anaeróbica aláctica en la producción de energía. En el tenis de mesa las demandas metabólicas se producen de manera alterna, con esfuerzos de carácter más anaeróbico, como sucede en los puntos y acciones que demanden una mayor velocidad y cambios de dirección y apoyo, con otras de tipo más aeróbico que permiten la recuperación entre puntos, favoreciendo el aclaramiento de lactato y la duración del esfuerzo con un mantenimiento paralelo de la concentración, habilidad técnica y precisión (Köning et al., 2001).

2.4. El consumo de oxígeno

El valor del consumo de oxígeno (VO_2), tanto utilizado en su expresión de la máxima potencia aeróbica ($VO_{2m\acute{a}x}$), como en su utilización porcentual ($\%VO_{2m\acute{a}x}$), es un indicador muy válido para ubicar el esfuerzo realizado. Kondrič, Zagatto y Sekulić (2013) indican que el $VO_{2m\acute{a}x}$ es uno de los parámetros fisiológicos más utilizados por investigadores para determinar las demandas energéticas solicitadas en la práctica del tenis de mesa.

La respuesta fisiológica máxima de los jugadores de tenis de mesa ha sido habitualmente analizada en laboratorio mediante la realización de pruebas de esfuerzo (Allen, 1991; Faccini et al., 1989; Pradas et al., 2013; Yuza et al., 1992). A raíz de estos estudios se muestra que los jugadores de alto nivel presentan valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ situados entre los 43,9-67,9 $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$.

Los valores de VO_2 en este deporte se analizan durante los entrenamientos y en competiciones simuladas debido a su imposibilidad de realizarlos en competición real. Shieh, Chou y Kao (2010) analizando jugadores de diferentes niveles de juego obtuvieron valores de VO_2 comprendidos entre los 29,8 $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$ medidos en entrenamiento, y los 36,8 $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$ obtenidos en competición simulada. Zagatto, Miranda y Gobatto (2011) aplicando un test específico situaron los valores de VO_2 en los 49,8 $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$. Se ha estimado que los valores medios de $VO_{2m\acute{a}x}$ en jugadores de tenis de mesa de élite se sitúan en torno a los 45-50 $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$. Este valor pone de manifiesto la intervención e importancia porcentual que tiene el sistema aeróbico en esta disciplina.

Considerando las diferentes investigaciones existentes sobre esta variable fisiológica, se manifiesta que los jugadores de tenis de mesa presentan un menor $VO_{2m\acute{a}x}$ respecto a otros deportes de raqueta como el tenis (Smekal et al., 2001), el squash (Girard et al., 2005) o el badminton (Carlsson, Tyrrell, Naughton, Laussen, y Portier, 1985). No se han encontrado estudios de referencia que analicen este parámetro en jugadoras.

2.5. El lactato

Uno de los marcadores en sangre más utilizados para determinar la intensidad y la fatiga en ámbito deportivo es la concentración de ácido láctico en el torrente sanguíneo. A partir de mediciones del nivel de lactacidemia tomados previa, durante y posteriormente a la finalización de un partido es posible determinar la contribución de las distintas vías metabólicas.

El ácido láctico o lactato (LA) es un metabolito producido a partir de la degradación de glucosa en ausencia de oxígeno (glucólisis anaeróbica). Niveles bajos harán pensar en esfuerzos de marcado carácter aeróbico y concentraciones más elevadas en esfuerzos de mayor contribución anaeróbica.

Investigaciones realizadas antes de las modificaciones incorporadas por la ITTF en el reglamento de juego del tenis de mesa, ubican la intensidad del esfuerzo en concentraciones lácticas situadas entre los 1,5-4,3 mmol·l⁻¹ (Barchukova y Salanova, 1988; Baron et al., 1992; Faccini et al., 1989), por lo que este deporte se sitúa en la zona de contribución mixta de energía aeróbica-anaeróbica. Sin embargo, estudios más recientes como los de Sperlich, Koehler, Holmberg, Zinner y Mester (2011), registraron en competición, en jugadores jóvenes de nivel élite, valores de concentración láctica de 1,1 mmol·l⁻¹, alcanzando registros máximos de 1,5 mmol·l⁻¹ en aquellas acciones de juego más intensas. Valores similares se hallaron en competiciones con jugadores de experiencia internacional obteniéndose lactacidemias de 1,8 mmol·l⁻¹ con picos máximos de 2,2-2,8 mmol·l⁻¹ (Pradas et al., 2015; Zagatto et al., 2010).

Teniendo en cuenta que las concentraciones lácticas en jugadores suelen situarse a lo largo de un partido por debajo de los 2 mmol·l⁻¹, se confirma en el tenis de mesa la predominancia del metabolismo aeróbico. Sin embargo, en las jugadas se pueden alcanzar valores de 2,8 mmol·l⁻¹ lo que indica que se encuentra presente en momentos puntuales otra vía metabólica, la anaeróbica aláctica (Pradas et al., 2015;

Zagatto et al., 2016), que es la que predomina en las acciones de juego y determina el éxito en los puntos disputados de máximo esfuerzo.

Para finalizar, hay que destacar que los valores de lactacidemia pueden ser muy variables, atendiendo al estilo y materiales de juego utilizados (madera y revestimiento de caucho), elementos que determinan el tipo de juego, defensivo, mixto u ofensivo, en función de si los golpes son más de potencia o de rotación (Pradas et al., 2015). No se han descrito valores de lactacidemia en jugadoras.

3. FUNDAMENTOS ANTROPOMÉTRICOS

La cineantropometría nace para conocer mejor y comprender el rendimiento, desarrollo y nutrición del cuerpo humano en el deporte. Ya en la antigua Grecia se conocían las relaciones entre el cuerpo humano y el rendimiento físico. La cineantropometría moderna aparece en el International Congress of Physical Activity Sciences, celebrado en 1976 con motivo de los Juegos Olímpicos de Montreal (Chamorro, 1993). Se realizaron varios congresos posteriormente, pero es en julio de 1986, durante la celebración de un congreso en donde se decide crear una nueva organización, la conocida como ISAK (International Society of the Advancement of Kinanthropometry).

Ross et al. (1988), decidieron definir esta ciencia como aquella en la que se utilizaba la medida del estudio del tamaño, forma, proporción, composición y maduración del cuerpo humano, para un mayor conocimiento del comportamiento humano en relación al crecimiento, desarrollo y envejecimiento, la actividad física y el estado nutricional. A través de la aplicación de esta metodología se pueden evaluar diferentes aspectos del movimiento humano y de la estructura corporal, como medidas, proporciones, composición (somatotipo) y forma corporal (somatocarta) (Esparza, 1993).

Las exigencias físicas, junto a las características técnicas y biomecánicas, y los condicionantes del entorno donde se realiza la disciplina deportiva están asociados al biotipo del deportista (Bourgois et al., 2001). No es posible separar el análisis morfológico y la estimación de la composición corporal de las necesidades del deporte en el alto rendimiento (Giampietro, Pujia, y Bertini, 2003). De hecho, el conocimiento de la composición corporal y el somatotipo de referencia es primordial para realizar una adecuada planificación deportiva (Aréchiga, Maestre, y Herrero, 2009), siendo uno de los prerrequisitos relacionados con el éxito en el deporte (Duncan, Woodfield, y al-Nakeeb, 2006; Keogh, 1999; McArdle, Katch, y Katch, 1990; Willmore y Costil, 1999).

3.1. La antropometría en los deportes de raqueta y pala

Son amplios y diversos los estudios que se han preocupado por determinar con precisión las características antropométricas en estas disciplinas, en especial el bádminton (Centeno, Naranjo, y Guerra, 1999; De Hoyo, Sañudo, París, y de la Fuente, 2007; Jaworsky y Zak, 2015; Biener y Oechlin, 1979; Abián, Abián-Vicén, y Sampedro, 2012), el squash (Alvero, Barrera, Mesa, y Cabello, 2006; Jaski y Bale, 1987; Mellor et al., 1995), el tenis (Juzwiak, Amancio, Vitalle, Pinheiro, y Szejnfeld, 2008; Martínez-Rodríguez, Roche, y Vicente-Salar, 2015; Sánchez-Muñoz, Sanz, y Zabala, 2007; Sanchis, Dorado, y Calbet, 1998; Solanellas, Tuda, y Rodríguez, 1996; Torres-Luque, Alacid, Ferragut, y Villaverde, 2006), el tenis de mesa (Pradas, González-Jurado, Molina, y Castellar, 2013; Sepúlveda, Barraza, Soto, Báez, y Tuesta, 2015; Yáñez, Barraza, Rosales, Báez, y Tuesta, 2015) y más recientemente el pádel (Castillo-Rodríguez, Hernández-Mendo, y Albero-Cruz, 2014; Martínez-Rodríguez et al., 2015; Pradas et al., 2014; Pradas, González-Jurado, García-Giménez, Gallego, y Castellar, 2019).

Sin embargo, resulta ciertamente difícil poder estandarizar los datos que se presentan en las diferentes investigaciones por su heterogeneidad, ya que en algunos casos los estudios han sido realizados con deportistas de diferentes niveles de juego, o con muestras de élite muy reducidas, e incluso comparando jugadores de diferentes edades.

El análisis del biotipo es un aspecto especialmente examinado e investigado en el deporte en general y en los deportes de raqueta y pala en particular. Su interés radica en poder determinar con precisión el perfil antropométrico que caracteriza a cada disciplina, con la intención de poder conocer en cada uno de ellos cuál podría ser el somatotipo de referencia ideal, por su relevancia y relación directa para poder obtener un adecuado rendimiento deportivo.

3.2. Antropometría y tenis de mesa

En la literatura científica se pueden encontrar diversos estudios que muestran un gran interés por conocer el biotipo del tenis de mesa, y en donde se intenta describir el perfil antropométrico de diferentes muestras de deportistas, desde jóvenes jugadores de alto nivel (Carrasco, Pradas, y Martínez, 2010; Pradas, Carrasco, Martínez, y Herrero, 2007), a jugadores de élite de categoría absoluta (Allen, 1991; Biener y Oechslin, 1979). Sin embargo, estas investigaciones son anteriores a las profundas modificaciones reglamentarias introducidas en este deporte, por lo que sus datos han podido verse afectados, perdiendo cierta aplicabilidad en la actualidad, aunque pueden resultar de gran interés para comprobar cómo se ha podido ver influido este deporte, tras veinte años aplicando esta nueva reglamentación de juego.

En este sentido, en las última décadas el tenis de mesa ha despertado un gran interés, en especial como consecuencia de las transformaciones reglamentarias, modificándose parámetros tan importantes en el desarrollo del juego como por ejemplo el material, el peso y el tamaño de la pelota, o la reducción del número de puntos que se disputan por juego. Estas variaciones han supuesto un punto de inflexión en este deporte, creándose un tenis de mesa más moderno y atractivo en donde se ha variado la estructura y el ritmo de juego (Takeuchi, Kobayashi, Hiruta, y Yuza, 2002), pudiéndose también ver afectado el perfil antropométrico.

Recientes investigaciones realizadas sobre jugadores de élite (Yáñez et al., 2015; Pradas et al., 2013) y de categorías inferiores (Nikolic, Furjan-Mandić, y Kondrič, 2014; Pradas et al., 2007), han permitido reubicar el biotipo del jugador de tenis de mesa y relacionarlo con sus factores de rendimiento específico.

Los datos respecto a la composición corporal muestran un mayor porcentaje de grasa en mujeres y un porcentaje óseo más alto en los varones (Pradas et al., 2007; Pradas et al., 2013), con un predominio equilibrado de los componentes mesomórfico y endomórfico sobre el componente ectomórfico.

El somatotipo de los jugadores de tenis de mesa se ha descrito como de tipo mesomorfo balanceado, mientras que el de las jugadoras se considera de tipo central con una dominancia endomórfica (Pradas et al., 2013). Sin embargo, en jugadores latinoamericanos se ha hallado un somatotipo endo-mesomórfico en jugadores varones (Lentini, Gris, Cardey, Aquilino, y Dolce, 2004; Yáñez et al., 2015), no obstante, a pesar de las diferencias encontradas existen coincidencias en el componente mesomórfico.

PARTE II. DISEÑO Y METODOLOGÍA

CAPÍTULO VI

DISEÑO Y METODOLOGÍA

SUMARIO DEL CAPÍTULO VI DISEÑO Y METODOLOGÍA

CAPÍTULO VI. DISEÑO Y METODOLOGÍA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- 2.1. Objetivos generales
- 2.2. Objetivos específicos

3. HIPÓTESIS

4. METODOLOGÍA

- 4.1. Población y muestra
- 4.2. Diseño del estudio
- 4.3. Fases del estudio
- 4.4. Variables
- 4.5. Contexto
- 4.6. Instrumentos y protocolos

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

“Se ha realizado un gran esfuerzo por aplicar la ciencia a los deportes de raqueta, pero la implicación ha sido muy variable tanto en los deportes de raqueta estudiados como en los métodos científicos utilizados. Se sabe mucho sobre la naturaleza y las características únicas de los deportes de raqueta, pero todavía hay un enorme margen para desarrollar un mayor esfuerzo de investigación, sobre todo debido a la enorme naturaleza cambiante del juego en estos deportes. La investigación científica ha contribuido al desarrollo de la comprensión de los deportes de raqueta; Los deportes de raqueta han contribuido al desarrollo de la metodología científica”.

LEES (2003)

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los deportes de raqueta y pala han incrementado su popularidad y práctica, en especial en la última década del siglo XX, con la incorporación del pádel a esta familia de deportes. El aumento de la práctica deportiva de estas disciplinas a todos los niveles, desde amateur hasta profesional, ha provocado un mayor interés científico por parte de los investigadores por conocer en mayor profundidad los deportes de raqueta y pala, centrándose en estudiar los diferentes aspectos que caracterizan a cada modalidad deportiva (Lees, 2003). En este sentido, uno de los grandes avances sobre la investigación en los deportes de raqueta y pala ha sido la aplicación del análisis observacional (O'Donoghue, 2004). Esta metodología científica ha permitido investigar y analizar las acciones de juego, pero teniendo especialmente en consideración su significación estratégica y sus posibles consecuencias en el resultado de los partidos.

En función de los elementos estructurales de juego los deportes de raqueta y pala se pueden clasificar en diferentes disciplinas, diferenciando aquellos en donde en su participación aparece una red o muro, o en función de si existe o no el bote-volea (Hughes y Barlett, 2002). Atendiendo a esta clasificación se considerarían modalidades con red el bádminton, tenis y tenis de mesa; las que cuentan con una pared o muro principal donde necesariamente hay que enviar la pelota para desarrollar su juego serían el squash y el frontenis; y, por último, se encontraría el pádel que uniría ambos aspectos, red, muro y paredes laterales.

Los estudios científicos que ahondan en el conocimiento sobre los deportes de raqueta y pala suelen estar basados principalmente en aspectos biomecánicos, centrándose en la mejora de las habilidades motrices (McPerson y French, 1991), en patrones motores (Taylor y Hughes, 1998; Alonso y Argudo, 2008), o en el desarrollo de las capacidades físicas necesarias para obtener un alto rendimiento (Furjan-Mandić, Kondrič, Rausavljevic, y Metikos, 2002; Melero, Pradas, y Vargas, 2005). En cuanto a los aspectos psicológicos, las investigaciones se orientan sobre todo hacia la evaluación del control, de estrategias cognitivas, la toma de decisiones y la ejecución durante el

juego real (McPerson y French, 1991; Liddle, Murphy, y Bleakley, 1996; García, 2006). Otro de los ámbitos de estudio son diferentes aspectos que intervienen en su práctica, como por ejemplo la ubicación y situación en los espacios de juego (Carazo et al., 2002; Gorospe, 2005; Hughes y Clarke, 1995; McGarry, Khan, y Franks, 1998), o los materiales utilizados (Mangra, 2010).

El tenis de mesa es uno de los deportes de raqueta y pala más conocidos y extendidos en el mundo con más de 300 millones de personas que lo practican (Gu et al., 2019). Su juego se desarrolla especialmente en Asia y en Europa, encontrándose en la actualidad incluso en crecimiento y expansión en zonas desfavorecidas de África y América del Sur, gracias a los programas de desarrollo de la ITTF. Este deporte se caracteriza por ser de carácter acíclico, sucediéndose continuamente ciclos de trabajo muy intensos a elevadas velocidades, interrumpidos por pequeñas pausas que permiten al deportista una recuperación relativa (Pradas et al., 2007).

Esta rapidez de los movimientos durante su juego requiere un biotipo específico y un desarrollo muscular que permita desarrollar una potencia considerable (Melero et al., 2005). Por otro lado, los frecuentes cambios de posición y los desplazamientos a gran velocidad para poder conseguir una posición óptima desde la que golpear la pelota, implican las manifestaciones activa (fuerza explosiva) y reactiva (elástico-explosiva) de la fuerza de los miembros inferiores (Corso y Intuye, 1988; Demetrovic, 1977; Lievoux, 1981, Orfeuill 1982, Pradas et al., 2005).

Durante las últimas dos décadas el tenis de mesa ha evolucionado de manera importante, incluyéndose cambios muy relevantes en su reglamento y características de juego, como la incorporación de pelotas de plástico sustituyendo a las de celuloide, el aumento del diámetro y peso de pelota, un sistema de puntuación más corto pasando de 21 a 11 puntos, la aparición de un tiempo muerto, o incluso reformándose un aspecto técnico fundamental y clave en este deporte como es el servicio. Estas modificaciones probablemente han podido provocar cambios sustanciales en diferentes aspectos fundamentales del tenis de mesa, como por ejemplo en la estructura temporal de las acciones de juego producidas, en el número y tipo de

ejecuciones técnicas realizadas o en las tácticas empleadas por los jugadores. En definitiva, los partidos de tenis de mesa actuales pueden diferir considerablemente de los disputados hace unos años, en cuanto a las demandas fisiológicas y metabólicas (Kondrič et al., 2010), en la estructura de juego, o incluso en los requerimientos físicos, pudiendo evolucionar de manera muy distinta el juego desarrollado por ambos géneros.

Sin embargo, a pesar de la popularidad del tenis de mesa, de su larga trayectoria histórica y de las importantes modificaciones introducidas en su reglamentación y juego, se encuentran escasos estudios científicos que investiguen en profundidad este deporte. Los estudios existentes son muy heterogéneos y descontextualizados, y en donde se evalúa con una visión amplia y multidimensional, especialmente por su interés sobre el juego, los fundamentos técnicos y tácticos que lo caracterizan, pero sin considerar al género. Esta deficiencia de estudios es una consecuencia directa de la naturaleza compleja que posee este deporte, ya que no resulta fácil para los científicos proporcionar medidas y recoger los datos necesarios para su presentación a los entrenadores y los jugadores (Kondrič et al., 2010), y por otro lado, por el escaso interés científico que ha existido hasta la fecha por abordar este deporte en general y en particular el tenis de mesa femenino.

Considerando lo expuesto hasta el momento, la idea principal de esta Tesis Doctoral se centra en buscar respuestas a aspectos que han podido verse afectados por la evolución del tenis de mesa, con una visión multidimensional y haciendo especial interés al género, tras la incorporación de hace ya más de dos décadas de diferentes e importantes modificaciones por parte de la ITTF, en especial sobre los materiales y el reglamento de juego. En este sentido, considerando los antecedentes expuestos hasta el momento se plantean las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuál es el biotipo actual que caracteriza a los jugadores y las jugadoras de tenis de mesa? ¿Qué perfil fisiológico y metabólico presenta ambos géneros? ¿La carga fisiológica y metabólica del organismo de los esfuerzos realizados en competición es igual en el juego masculino y femenino? ¿Existen diferencias en la condición física

específica? ¿El tenis de mesa masculino y femenino es similar en cuanto a su estructura temporal de juego y en las acciones técnico-tácticas que se producen?

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Objetivos generales

Como se ha comentado anteriormente, en este estudio se pretende evaluar desde una perspectiva multidimensional, y atendiendo especialmente al género, las variables estructurales, técnicas, tácticas, condicionales, fisiológicas, metabólicas y antropométricas más importantes que se asocian al rendimiento deportivo en el tenis de mesa de élite.

A continuación, se presentan los objetivos generales de esta investigación:

OBJETIVO GENERAL 1. DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE JUEGO QUE DEFINEN AL TENIS DE MESA DE ÉLITE MASCULINO Y FEMENINO ATENDIENDO A DIFERENTES PARÁMETROS TÉCNICOS Y TÁCTICOS.

OBJETIVO GENERAL 2. EVALUAR EL PERFIL CONDICIONAL, TEMPORAL, FISIOLÓGICO, METABÓLICO Y ANTROPOMÉTRICO QUE PRESENTA EL TENIS DE MESA DE ÉLITE DESDE UNA PERSPECTIVA DE GÉNERO.

2.2. Objetivos específicos

Los objetivos generales se concretan en cuatro objetivos específicos:

- Objetivo específico 1. Describir y comparar la dinámica de juego del tenis de mesa masculino y femenino de élite considerando diferentes aspectos técnicos y tácticos básicos.
- Objetivo específico 2. Evaluar la condición física específica de jugadores y jugadoras de tenis de mesa de élite, analizando la fuerza isométrica máxima

del tren superior, la fuerza activa y reactiva del tren inferior, el tiempo de reacción y la velocidad de desplazamiento lateral.

- Objetivo específico 3. Cuantificar la densidad de juego (tiempos de esfuerzo y pausa), entre el tenis de mesa masculino y femenino de élite, así como su impacto sobre parámetros fisiológicos y metabólicos.
- Objetivo específico 4. Analizar la respuesta fisiológica y metabólica que se produce en el tenis de mesa masculino y femenino.
- Objetivo específico 5. Determinar el biotipo que caracteriza a jugadores y jugadoras de élite, identificando las diferencias existentes en el perfil antropométrico, analizando el somatotipo y la composición corporal.

3. HIPÓTESIS

Las hipótesis (H) de trabajo que se pretende confirmar o refutar en esta tesis doctoral, relacionadas con los problemas de investigación planteados y los diferentes objetivos del estudio, se concretan en diez H formuladas como sigue:

H. 1. El lado de golpeo más utilizado por ambos géneros es el de derecha que predomina sobre el de revés.

H. 2. La cantidad y tipo de acciones técnicas utilizadas durante los partidos es distinta entre jugadores y jugadoras siendo mayor en el juego masculino.

H. 3. No existen diferencias en las acciones técnicas ganadoras y perdedoras utilizadas por ambos géneros.

H. 4. Existe una relación directa entre géneros en la táctica utilizando ambos el mismo tipo de acciones tácticas en cuanto a dirección, acción de pivote y zonas de juego durante el servicio y el resto.

H. 5. Existen diferencias entre géneros en los valores de fuerza isométrica máxima y de fuerza activa y reactiva siendo superiores ambas en los jugadores.

H. 6. Los jugadores masculinos presentan una mejor respuesta en el tiempo de reacción y en la velocidad de desplazamiento lateral.

H. 7. La densidad de juego, considerando los tiempos de esfuerzo y pausa, y la duración de los partidos alcanza valores superiores en la competición masculina.

H. 8. La respuesta fisiológica cardíaca media y máxima durante la competición es mayor en los jugadores.

H. 9. No existen diferencias entre géneros en los valores de lactato al evaluar los esfuerzos producidos en competición.

H. 10. Existe un marcado dimorfismo entre jugadores y jugadoras en el biotipo que los caracteriza, con mayores porcentajes de masa grasa en las jugadoras y de masa muscular en los jugadores, definiendo un somatotipo diferentes para cada género.

4. METODOLOGÍA

4.1. Población y muestra

Para la selección de la muestra se utilizó un muestreo no probabilístico de tipo intencional o de conveniencia, suponiendo un procedimiento de selección directa e intencionada de los individuos de la población que conformaron la muestra definitiva. Un total de 48 jugadores de tenis de mesa de élite, 24 varones (25,3±4,07 años) y 24 mujeres (22,3±3,8 años), de diferentes nacionalidades (Austria, China y España), fueron seleccionados para la investigación.

Para poder participar en el estudio los jugadores de ambos géneros debían cumplir los siguientes criterios de inclusión:

- Pertener a la categoría absoluta (≥ 18 años).
- Tener la licencia federativa de la RFETM.
- Disputar la competición de superdivisión masculina o femenina.
- Poseer una experiencia deportiva igual o superior a 8 años.
- Encontrarse clasificado en el ranking masculino o femenino de la categoría absoluta de la RFETM en un puesto no inferior al 30.
- Firmar el consentimiento informado de participación en el estudio.

La investigación fue aprobada por el Comité Ético de Investigación Clínica del Departamento de Salud y Consumo del Gobierno de Aragón con número de expediente 19/2010.

4.2. Diseño del estudio

Por las características del objeto de estudio y de los problemas de investigación planteados, el enfoque presentado en esta tesis doctoral es cuantitativo, desarrollando una investigación no experimental o ex post facto, con un diseño transversal, de tipo observacional y descriptivo.

Metodológicamente esta investigación se estructura en cuatro análisis o niveles de acercamiento a los problemas de estudio, a través de los cuales se intenta dar respuesta a cada una de las hipótesis y objetivos planteados, definiéndose un protocolo específico para la intervención, y unos procedimientos determinados para el análisis y la recogida de datos de cada estudio.

Los cuatro estudios realizados se describen como sigue:

- Estudio 1: el estudio de las acciones de juego en competición mediante análisis notacional resulta un factor clave para analizar el rendimiento de los deportistas en su contexto natural. La intención es la de a través de metodología observacional describir las técnicas efectuadas y los comportamientos tácticos básicos desarrollados. Además, se considera la estructura temporal de las acciones de juego realizadas, mediante el control de diferentes parámetros, como los tiempos de actividad y de pausa que permiten conocer la densidad de juego, parámetro de gran trascendencia para definir el perfil fisiológico y metabólico que caracteriza a este deporte. Para efectuar este estudio se ha utilizado una herramienta de observación computerizada validada que posibilita el registro de las acciones y tiempos de juego.

- Estudio 2: una evaluación biomédica en laboratorio permite a través de la realización de una ergometría conocer la respuesta fisiológica máxima de los deportistas. Por otro lado, la realización de una prueba de campo simulada, debido a la imposibilidad de poder intervenir de manera directa durante una competición real, es la situación ideal para conocer la respuesta del organismo ante los esfuerzos realizados, analizando la carga metabólica y fisiológica a la que son sometidos los jugadores y las jugadoras durante la práctica del tenis de mesa.
- Estudio 3: la valoración de la condición física específica de los jugadores de tenis de mesa es un aspecto prioritario, ya que pone de manifiesto cuál es el perfil de este deporte, en relación a otros deportes de raqueta y pala, y sus posibles diferencias entre géneros. Para llevar a cabo este estudio se han seleccionado las cualidades físicas específicas consideradas como más importantes que intervienen en este deporte. Se evalúa por un lado la fuerza, considerando la fuerza isométrica máxima del tren superior, por su posible relevancia con el rendimiento en cada golpeo, y la fuerza activa y reactiva del tren inferior, atendiendo a la terminología establecida por Vittori (1990), por su influencia con los movimientos explosivos efectuados para situarse adecuadamente para golpear en óptimas condiciones la pelota; por otro lado se consideran aquellas variables asociadas a la velocidad, como el tiempo de respuesta y el de desplazamiento lateral, a izquierda y derecha, ante un estímulo visual.
- Estudio 4: análisis del biotipo que caracteriza a deportistas de tenis de mesa de élite de ambos géneros, describiendo el perfil antropométrico, la composición corporal y el somatotipo. El interés radica en describir el biotipo que caracteriza a los deportistas que practican esta modalidad deportiva, analizando qué diferencias morfológicas existen entre jugadores y jugadoras, describiendo y comparando diferentes características antropométricas.

4.3. Fases del estudio

El estudio se desarrolló en cinco fases (Figura 14) en donde se realizó:

- Un estudio de la población diana para seleccionar la muestra objeto de investigación.
- Un reconocimiento médico deportivo para evaluar el estado de salud general de los deportistas en donde se incorporaba una evaluación antropométrica y un ergometría máxima.
- Una observación del comportamiento motor de los deportistas en competición real, para analizar diferentes parámetros temporales y acciones técnicas y tácticas básicas.
- Una prueba de campo (competición simulada), para cuantificar la respuesta fisiológica y metabólica producida durante la práctica del tenis de mesa.

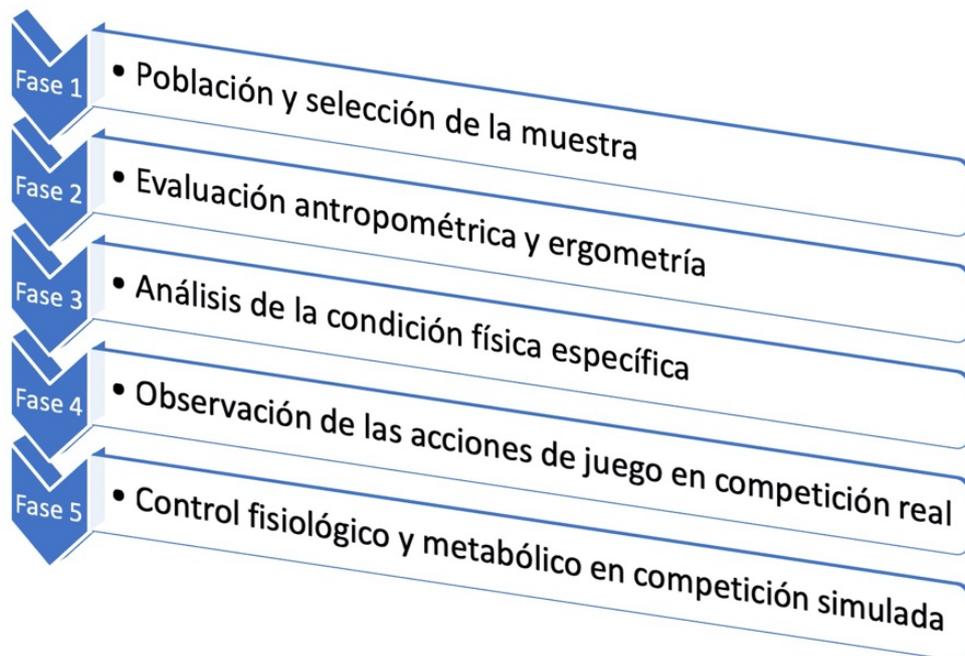


FIGURA 14. Fases de la investigación

4.4. Variables

De acuerdo con los objetivos establecidos anteriormente, la variable independiente es el género, y las variables dependientes en este estudio se detallan de forma agrupada como sigue:

- a. Acciones técnicas: golpes, lado de golpeo y tipo de golpeo.
- b. Acciones tácticas: acciones ganadoras, acciones perdedoras, técnicas ganadoras, técnicas perdedoras, zona de servicio, tipo de resto y ubicación, tipo de juego (diagonal o paralelo) y pivote.
- c. Condición física específica: fuerza isométrica máxima del tren superior, fuerza activa (manifestación explosiva) y reactiva (manifestación elástico-explosiva) del tren inferior, tiempo de reacción, aceleración y velocidad de desplazamiento lateral.
- d. Densidad de juego: duración total, tiempos de esfuerzo y de pausa.
- e. Respuesta fisiológica: frecuencia cardíaca mínima, media y máxima, y consumo de oxígeno máximo.
- f. Respuesta metabólica: niveles de lactacidemia.
- g. Perfil antropométrico: pliegues cutáneos, perímetros corporales, diámetros óseos y somatotipo.

4.5. Contexto

La investigación se desarrolló en diferentes contextos como consecuencia de ser una investigación multidimensional compuesta por cuatro estudios. Los datos biomédicos correspondientes al análisis de la respuesta fisiológica y metabólica máxima, junto al estudio del biotipo y de la condición física específica de los jugadores y las jugadoras, se llevó a cabo en las instalaciones del Centro Andaluz de Medicina del Deporte de Granada.

Las variables referentes a aspectos técnicos, tácticos y temporales se analizaron en la ciudad de Sevilla durante el desarrollo de dos competiciones, el Campeonato de España Absoluto, desde la ronda de octavos de final, y la fase final del Open Internacional de España. Por último, los datos correspondientes a la respuesta fisiológica y metabólica en competición simulada se llevaron a cabo en las instalaciones deportivas de un club de tenis de mesa de la ciudad de Granada.

4.6. Instrumentos y protocolos

Los materiales utilizados en la investigación y los protocolos seguidos se describen de forma resumida, sin extenderse en exceso en detalles, debido a su gran difusión y utilización en el ámbito científico en las ciencias de la actividad física y el deporte:

- La *ergometría* se realizó sobre un tapiz rodante Pulsar HP (Cosmos, Nussdorf, Alemania), aplicando un método continuo e incremental hasta el agotamiento. El protocolo de la prueba consistió en un calentamiento preliminar sobre el tapiz rodante de cinco min de duración a una velocidad de 6 km·h⁻¹, iniciándose la prueba de esfuerzo a una velocidad de 8 km·h⁻¹, con incrementos de 1 km·h⁻¹ cada min manteniendo una pendiente constante del 1%. La *respuesta cardiaca* correspondiente a los valores de FC_{max} en los diferentes escalones de la prueba y la recogida de *gases espirados* para el cálculo del VO_{2max} fueron efectuados mediante determinación directa, utilizándose un cardiófrecuenciómetro Cosmos (Nussdorf, Alemania) y un analizador de gases Oxycon Pro (Jaegger, Alemania). La valoración de la *concentración de lactato* en sangre se realizó a la finalización de la prueba mediante análisis fotoenzimático (Dr. Lange LP-20, Berlín, Alemania). Las concentraciones de lactato fueron tomadas con muestras de sangre capilar de 20 µl del lóbulo de la oreja, antes del inicio de la prueba, al finalizar el esfuerzo máximo, y en los minutos 2, 4 y 6 dentro del período de recuperación. Todas las medidas fueron tomadas a una temperatura entre 19-21°C.
- El *perfil antropométrico* de los jugadores fue determinado utilizando los protocolos propuestos por la International Society for the Advancement of Anthropometry (ISAK) y las recomendaciones del Grupo Español de Cineantropometría (GREC). Todas las mediciones fueron hechas por la misma persona debidamente entrenada y estandarizada. Las mediciones se realizaron en el lado derecho. Se utilizaron los mismos equipos para la realización de todas las mediciones, los cuales fueron calibrados antes de cada sesión. Las medidas realizadas para las determinaciones antropométricas incluyeron: masa corporal (kg), altura (cm), ocho pliegues (bíceps,

tríceps, subescapular, suprailíaco, supraespinal, abdominal, muslo y pierna (mm)), cuatro perímetros (brazo relajado, brazo contraído y flexionado, muslo y pierna (cm)) y tres diámetros (bicondíleo femoral, biepicondíleo de húmero y biestiloideo radiocubital (cm)). Para la medición de los pliegues se utilizó un plicómetro (Holtain Ltd., Crymych, UK) con una presión constante de 10 g/mm² y una precisión de 0,2 mm. La altura y la masa corporal fueron medidas con una báscula Seca 714, con lecturas de 0,1 kg, que incorporaba un estadiómetro telescópico modelo Seca 220 (Seca Instruments Ltd., Hamburg, Germany), con una precisión de 0,1 cm. Los diámetros fueron evaluados con un paquímetro, con precisión de 1 mm, y los perímetros con una cinta metálica flexible con precisión de 1 mm (Holtain Ltd., Crymych, UK) utilizándose un lápiz dermográfico.

A partir de las evaluaciones realizadas se calcularon diferentes índices y porcentajes con el fin de determinar el índice de masa corporal (IMC), la composición corporal y el somatotipo. El IMC fue calculado mediante la fórmula de Quetelet [masa (kg) x altura (m)]². La composición corporal fue estimada usando el método de De Rose y Guimaraes (1980). El porcentaje de grasa corporal fue calculado utilizando la fórmula de Faulkner (1968), para el peso óseo se utilizó la de Von Döblen a partir de la modificación propuesta por Rocha (1975) y para el peso residual la de Würch (1974). El análisis del somatotipo se realizó utilizando el método propuesto por Carter y Heath (1990).

- Las *competiciones oficiales* fueron grabadas mediante cuatro cámaras de vídeo Sony HDR-CX300E (Sony, Japón), situadas en los laterales de las mesas a una distancia mínima de 3 m y elevadas a una altura de 2,5 m sobre unos soportes telescópicos (Manfrotto, 007U, Italia). Los partidos fueron registrados con una velocidad de obturación de 1/500 segundos. Cada cámara filmaba media mesa (Figura 15), obteniéndose dos registros con las acciones de juego realizadas por cada uno de los jugadores.

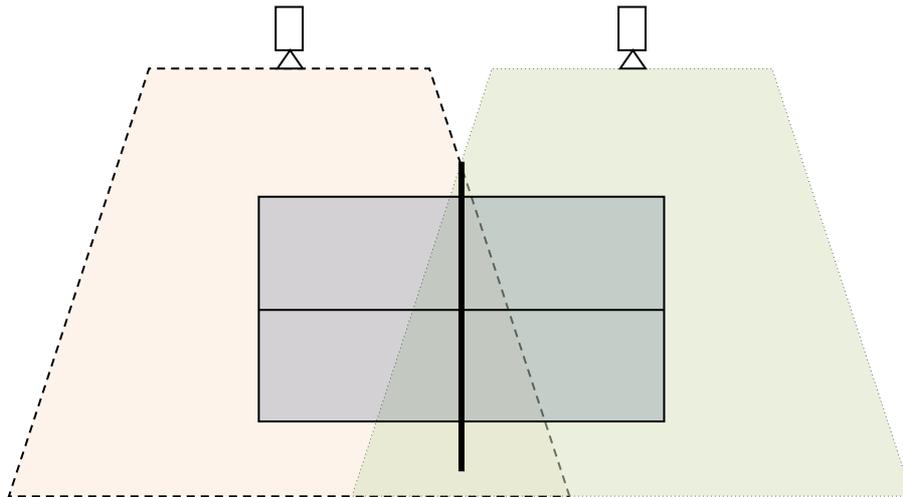


FIGURA 15. Protocolo de grabación de la competición

Para poder efectuar el análisis táctico se subdividió la superficie de juego de cada lado de la mesa en seis zonas, ubicando sobre la misma un sistema de referencias, registrado por las cámaras antes del inicio del encuentro (Figura 16).



FIGURA 16. Distribución de la mesa en seis zonas de juego (Pradas et al., 2012)

Posteriormente a las grabaciones se efectuaba en laboratorio un proceso de sincronización de ambas cámaras para realizar el estudio de la estructura temporal de juego. Los partidos grabados fueron analizados mediante una herramienta de observación validada para el deporte del tenis de mesa (Pradas, Floría, González-Jurado, Carrasco, y Bataller, 2012), utilizando el programa informático Match Visión Studio[®] v. 3.0 (Perea, Alday, y Castellano, 2004), organizada mediante un

sistema notacional *ad hoc* que permitía estudiar los tiempos de esfuerzo y pausa, así como las diferentes acciones técnicas y tácticas de juego previstas (Figura 17).



FIGURA 17. Herramienta de observación codificada con categorías (Pradas et al., 2012)

Dos observadores graduados en ciencias de la actividad física y del deporte, además de entrenadores de nivel III de tenis de mesa, máxima categoría de la RFETM, expertos en este deporte analizaron los partidos. El análisis de la concordancia de los datos técnicos, tácticos y temporales obtenidos presentó un índice Kappa por encima de 0,80 en todas las variables analizadas, considerándose el grado de acuerdo como muy alto (Altman, 1991).

- La *condición física específica* de aquellas cualidades que principalmente intervienen en el deporte del tenis de mesa fueron estudiadas aplicando diferentes pruebas. Previo a la realización de cada test físico se efectuaba un calentamiento general estandarizado, y seguidamente uno más específico siendo la duración total de 15 min.

El análisis de la *fuerza isométrica máxima de los miembros superiores* se realizó aplicando un test de dinamometría manual. Se utilizó un dinamómetro portátil modelo Smedley III T-19D (Takei, Tokyo, Japan), con un rango de 0 a 100 kg y una precisión de 0,1 kg. Se controló en todo momento la correcta realización del test

anulando los ensayos ejecutados erróneamente. Cada sujeto disponía de tres intentos con ambos brazos haciendo una pausa de 2 min entre los ensayos. Se anotó el mejor registro obtenido de cada brazo en Kgf. Para la correcta realización del test se sostenía el dinamómetro con la mano, manteniendo el brazo pegado al cuerpo y la pantalla del dinamómetro mirando al examinador. El brazo que sostenía el dinamómetro debía estar totalmente extendido. Para que los resultados del test fueran los óptimos, la empuñadura del dinamómetro se ajustaba a la mano del deportista, de forma que la segunda falange del dedo corazón quedara aproximadamente en ángulo recto. El jugador hacía una presión firme y progresiva, para acabar apretando la empuñadura del dinamómetro con todas sus fuerzas durante 5 s.

Para analizar el *comportamiento contráctil de los miembros inferiores*, en su manifestación explosiva y elástico-explosiva, se utilizaron dos test de salto de la batería de Bosco (1994), el Countermovement Jump (CMJ) y el Squat Jump (SJ). Cada deportista disponía de tres saltos anotándose la mejor ejecución.

En el salto SJ se debía realizar partiendo desde la posición de parado en flexión de piernas de 90 grados, realizando cuando el evaluador lo indicaba un impulso vertical sin ningún tipo de rebote o contramovimiento. Los miembros superiores no intervienen en el salto, puesto que las manos deben permanecer en la cadera desde la posición inicial hasta la finalización del salto. El sujeto en la fase de vuelo debe mantener el cuerpo erguido, las piernas extendidas y los pies en flexión plantar, efectuando la caída en el mismo lugar de inicio, con los brazos mantenidos fijos en la cadera. Se controló el ángulo de flexión de rodillas en el SJ utilizando un goniómetro manual.

En el salto CMJ se debía iniciar desde la posición de pie, con las manos fijas en las caderas, donde deben permanecer hasta el final del salto. Se trata de realizar un movimiento rápido de flexo-extensión de las rodillas, formando durante la bajada un ángulo de 90 grados con las rodillas, e inmediatamente realizar un salto vertical máximo, manteniendo la misma posición en la fase de vuelo que para el salto SJ.

Para evaluar el *tiempo de respuesta y la velocidad de desplazamiento lateral* se utilizó el take-off reaction time test, mediante la utilización de una plataforma de contacto Newtest modelo Powertimer 300-series (Newtest® Oy, Finland). En esta

prueba los deportistas debían ubicarse sobre la alfombra de contacto adoptando la posición de base de tenis de mesa (véase capítulo IV), con la mirada fija en los dos sensores de luz roja ubicados al frente en el dispositivo electrónico, a la espera de recibir un estímulo visual emitido por una de las dos luces rojas incorporadas en el instrumento (Figura 18).

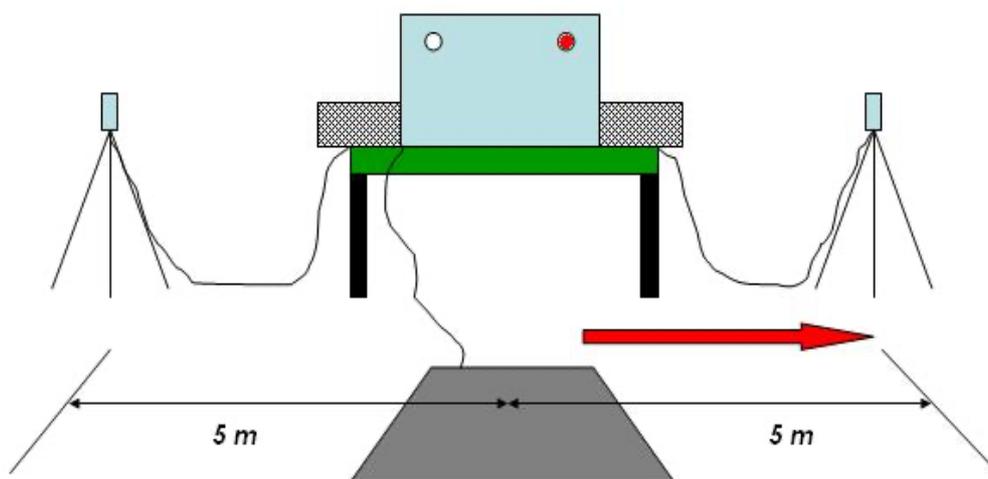


FIGURA 18. Protocolo del take-off reaction test

Cuando una de las dos luces se iluminaba era la señal que indicaba el momento exacto ante el que el o la deportista debía reaccionar, desplazándose en el sentido de la luz indicadora iluminada (izquierda o derecha). A continuación, los sujetos debían reaccionar inmediatamente abandonando la alfombra de contacto, desplazándose mediante una carrera lateral específica, hasta superar las fotocélulas ubicadas a izquierda o derecha a una distancia de 5 m desde el dispositivo de salida. Las fotocélulas se encontraban situadas a la altura de la cadera para evitar cualquier posible incidencia de intervención de los miembros superiores en el cronometraje automático.

Los deportistas debían completar de manera aleatoria un total de 12 intentos, seis a la izquierda y seis a la derecha, registrándose el mejor resultado. Todos los intentos se realizaban de forma consecutiva, debiendo regresar al finalizar cada intento a la alfombra para prepararse para el siguiente intento. Los parámetros evaluados fueron el tiempo de reacción, considerado como el tiempo transcurrido

desde que se encendían las luces (derecha o izquierda) y el momento en el que los sujetos abandonaban la alfombra, y el tiempo de desplazamiento lateral, considerado como el tiempo transcurrido desde que se abandonaba la alfombra hasta el instante en el que los jugadores cortaban la barrera de la fotocélula situada a 5 m (rendimiento máximo de sprint).

- La *competición simulada* consistió en realizar un test de campo en donde se disputaba un partido de competición en el que se intentaba reproducir una situación lo más parecida posible a una competición de carácter oficial. Todos los partidos de la competición simulada se disputaron al mejor de siete juegos. Con la idea de que todos los partidos disputados tuvieran las mismas características en cuanto a intensidad y nivel de juego, se organizaron siguiendo la regla de la “escalera”, método que consiste en distribuir a los jugadores por el puesto ocupado en el ranking, enfrentándolos por niveles de juego (1 vs. 2, 3 vs. 4, 5 vs. 6, etc.). Todos los partidos se jugaron en mesas oficiales y con materiales homologados por la ITTF.

Previo al calentamiento se tomó una muestra de sangre capilar de 10 μ l del lóbulo de la oreja para establecer los *niveles de lactacidemia* basales (Dr. Lange LP-20, Berlín, Alemania). Durante los partidos se determinaron nuevos valores de LA, tomándose muestras de sangre a la finalización de cada juego y en los minutos 1, 3 y 5 del periodo de recuperación, siguiendo el mismo protocolo y los materiales utilizados en laboratorio. Los *registros cardíacos* de $FC_{\text{máx}}$ y $FC_{\text{mín}}$ de todo el partido se obtuvieron mediante telemetría utilizando pulsómetros Polar modelo S-610 (Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia). La competición se desarrolló en unas condiciones de humedad y temperatura de $48 \pm 2,6\%$ y $22 \pm 0,8$ grados centígrados respectivamente.

5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa IBM® SPSS® Statistics Version 22 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Las variables cualitativas o categóricas se expresaron mediante recuentos o porcentajes de las distintas categorías. La

comparación entre ambos sexos se realizó mediante tablas de contingencia, utilizando la prueba exacta de Fisher o la de chi-cuadrado de Pearson. Las variables cuantitativas se expresaron con la media como medida de tendencia central y la desviación típica, el máximo y el mínimo como medidas de dispersión. La normalidad se evaluó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. En el caso de las variables intergrupo con distribución normal, se utilizó la prueba de la t de Student para comparar las medias entre hombres y mujeres, mientras que para las variables sin distribución normal, se empleó la prueba no paramétrica de la U de Mann-Whitney. Para los análisis intragrupo, se utilizó la prueba de la t de Student para comparar muestras relacionadas, mientras que para las variables sin distribución normal, se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas.

Todas las comparaciones estadísticas fueron bilaterales y se consideró estadísticamente significativo un p valor $\leq 0,05$.

CAPÍTULO VII

RESULTADOS

SUMARIO DEL CAPÍTULO VII

RESULTADOS

CAPÍTULO VII. RESULTADOS

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: ASPECTOS TÉCNICOS

- 2.1. Golpeos
- 2.2. Lado de golpeo
- 2.3. Tipo de golpeo

3. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: ASPECTOS TÁCTICOS

- 3.1. Acciones de juego ganadoras y perdedoras
- 3.2. Técnicas ganadoras y perdedoras
- 3.3. Dirección de juego y acción de pivote
- 3.4. Zona de ubicación del servicio en la mesa
- 3.5. Resto por zona de juego

4. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS CONDICIONALES

- 4.1. Fuerza isométrica máxima de las extremidades superiores
- 4.2. Fuerza activa y reactiva de las extremidades inferiores
- 4.3. Tiempo de reacción y velocidad de desplazamiento

5. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y METABÓLICOS

- 5.1. Estructura temporal
- 5.2. Parámetros fisiológicos y metabólicos

6. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS

- 6.1. Medidas corporales
- 6.2. Composición corporal y omatotipo

“El tenis de mesa es una actividad multicoordinada que se desarrolla en un contexto deportivo altamente variable, en donde se llevan a cabo tareas motrices de gran complejidad, como consecuencia del carácter indeterminado de su juego y la baja predecibilidad de las acciones del rival (...). Para efectuar un golpeo el jugador de tenis de mesa debe tomar múltiples decisiones físicas (desplazamientos), técnicas (selección del tipo de golpeo a efectuar), tácticas (zona de envío de la pelota) y biomecánicas (aceleración del gesto a ejecutar, ángulo de impacto y tiempo de contacto pala-pelota)”.

PRADAS, VARGAS, HERRERO, GONZÁLEZ (2015)

Los resultados generales y específicos relacionados con aspectos técnico-tácticos y con parámetros temporales, condicionales, fisiológicos, metabólicos y antropométricos, se presentan en diferentes tablas y figuras agrupados por género. Todos los datos se expresan como media (M) y desviación típica (DT), indicándose en algunas ocasiones el rango (máximo y mínimo).

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las características generales que describen a los jugadores y a las jugadoras participantes en esta investigación se reflejan en la tabla 7. Existen diferencias iniciales entre género para las variables edad ($p=0,007$), altura ($p<0,001$), masa corporal ($p<0,001$), IMC ($p<0,006$), y experiencia deportiva ($p<0,02$).

TABLA 7. Características generales de la muestra (M±DT)

	Hombres (n=24)	Rango	Mujeres (n=24)	Rango
Edad (años)	25,3 (±4,07)	19-38	22,3 (±3,8)	18-31
Altura (cm)	175 (±0,06)	162-188	165 (±0,06)	152-175
Masa corporal (kg)	69,9 (±9,2)	50,8-89,6	57,6 (±6,2)	48,3-69,8
IMC (kg·m ²)	22,6 (±2,3)	18,8-27,2	20,9 (±1,6)	18,3-24,4
Experiencia (años)	16,04 (±4,1)	10-30	13,2 (±3,8)	10-22

En la tabla 8 se presentan los valores máximos obtenidos por los jugadores y las jugadoras en la prueba de esfuerzo realizada en laboratorio. En las variables fisiológicas analizadas se encontraron diferencias iniciales entre géneros en las variables VO_{2máx} ($p<0,001$), pico de velocidad (V_{máx}) ($p<0,05$) y LA máximo ($p<0,05$).

TABLA 8. Características fisiológicas y metabólicas de la muestra (M±DT)

	Hombres (n=24)	Rango	Mujeres (n=24)	Rango
FC _{máx} (l·min ⁻¹)	194,6 (±6,3)	176-207	195,5 (±4,6)	184-200
VO _{2máx} (ml·kg·min ⁻¹)	53 (±6,03)	41-63	44,2 (±5,6)	32-54
VT ₁ (l·min ⁻¹)	153 (±7,7)	130-161	146,6 (±3,5)	138-150
VT ₂ (l·min ⁻¹)	173 (±7,9)	151-179	179,5 (±6,8)	164-189
V _{máx} (km·h ⁻¹)	17,8 (±1,4)	14-20	13,8 (±0,5)	13-15
LA (mmol·l ⁻¹)	13 (±2,2)	9,7-18,6	11,1 (±2,0)	9-15

Las variables relacionadas con aspectos técnicos, como el estilo de juego (defensivo u ofensivo), la dominancia lateral (diestro o zurdo), el tipo de presa (europea o asiática) y los revestimientos utilizados (backside, pico corto y pico largo), para jugar de derecha o de revés se presentan en la tabla 9.

TABLA 9. Características técnicas de la muestra (M±DT)

	Hombres (n=24)	%	Mujeres (n=24)	%
Lateralidad diestra	17	70,8	20	83,3
Lateralidad zurda	7	20,2	4	16,7
Juego defensivo	1	4,2	5	20,8
Juego ofensivo	23	95,8	19	79,2
Presa Europea	18	75	23	95,8
Presa Asiática	6	25	1	4,2
Revestimiento backside (D)	21	87,5	23	95,8
Revestimiento pico corto (D)	3	12,5	1	4,2
Revestimiento backside (R)	22	91,8	18	75
Revestimiento pico corto (R)	1	4,1	1	4,1
Revestimiento pico largo (R)	1	4,1	5	20,9

D: derecha; R: revés.

La dominancia lateral más habitual en el 70% de los casos en ambos géneros es la diestra. El estilo de juego predominante utilizado es el ofensivo, siendo en los hombres un 95,8% y en las mujeres un 79,2%. Sin embargo, las jugadoras presentan una mayor tendencia a utilizar el estilo de juego defensivo al compararlo con los jugadores (20,8% vs. 4,2%). No se han encontrado en esta investigación deportistas que desarrollen el estilo de juego mixto. La presa más utilizada en ambos géneros para empuñar la pala es la europea, siendo del 75% en los jugadores y del 95,8% en las jugadoras. Los jugadores utilizan en mayor medida la presa asiática que las mujeres (25% vs. 4,2%).

Los revestimientos más utilizados por hombres y mujeres en ambos lados de la pala es del tipo backside, con valores iguales o superiores al 75%. Las mujeres utilizan más que los hombres los revestimientos de picos largos, en concreto en la cara de revés de la pala (20,9% vs. 4,1%), mientras que los hombres utilizan más que las mujeres el pico corto pero en este caso en la cara de derecha de la pala (12,5% vs. 4,2%).

2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: ASPECTOS TÉCNICOS

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a las variables técnicas analizadas en este estudio.

2.1. Golpeos

Los resultados relacionados con las acciones técnicas realizadas, en cuanto a la variable número de golpeos mínimos, máximos y totales efectuados durante un partido y en las diferentes jugadas disputadas, se muestran en la tabla 10.

TABLA 10. Análisis de las acciones técnicas: golpeos (M±DT)

	Hombres (n=24)	Rango	Mujeres (n=24)	Rango	p
Totales	440,58 (±147,10)	225-649	424,83 (±158,84)	232-795	0,713 ^μ
Jugada	4,37 (±0,42)	3,8-4,9	5,21 (±1,12)	3,7-7,4	0,024 ^{**}
Mínimo	1,08 (±0,28)	1-2	1,33 (±0,49)	1-2	0,319
Máximo	15,08 (±4,46)	10-27	16,25 (±5,46)	10-28	0,755 ^μ

^μ Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. ^{**}p<0,03.

Los jugadores realizan un mayor número de golpeos por partido que las mujeres (440,58 vs. 424,83). Sin embargo, las jugadoras golpean más veces la pelota que los hombres durante los tantos disputados (p<0,03). En la competición femenina se produce un mayor intercambio mínimo y máximo de golpeos (Figura 19).

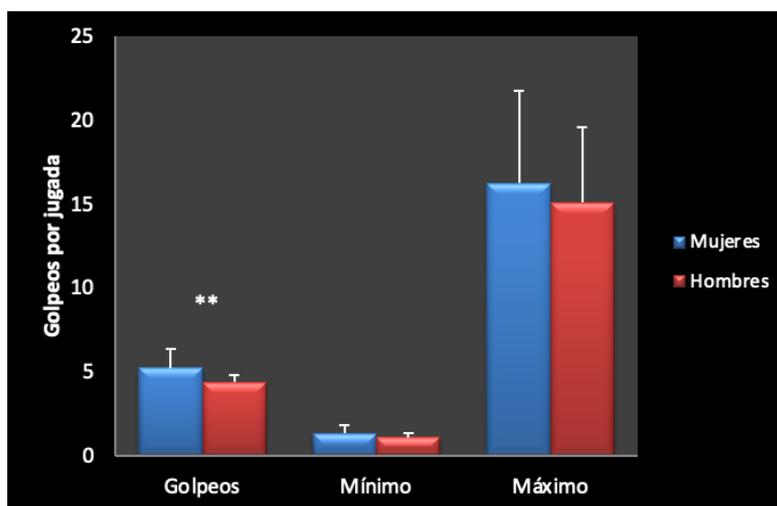


FIGURA 19. Distribución de los golpeos en las jugadas por género. ^{**}p<0,03

2.2. Lado de golpeo

Los resultados intergrupos correspondientes a la acción lado de golpeo (derecha o revés), en las diferentes técnicas efectuadas durante la competición, atendiendo al género, se presenta en la tabla 11.

TABLA 11. Análisis de las acciones técnicas: lado de golpeo (M \pm DT)

	Hombres (n=24)	Rango	Mujeres (n=24)	Rango	p
Derecha	290,08 (\pm 106,21)	144-473	227,92 (\pm 117,01)	101-535	0,101 ^u
Revés	153,00 (\pm 57,62)	80-259	196,83 (\pm 72,50)	122-356	0,115

^u Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el lado de golpeo al comparar ambos géneros (Figura 20). Sin embargo, en la competición masculina se aprecia una mayor utilización de las técnicas efectuadas con el lado derecho de la pala, mientras que en la competición femenina existe una mayor utilización del lado de golpeo de revés.

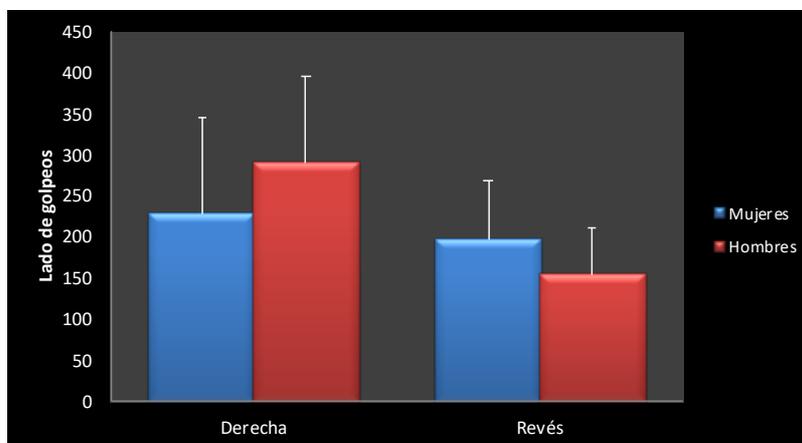


FIGURA 20. Distribución intergrupo de los lados de golpeo

En la tabla 12 se muestran las comparativas intragrupo del lado de golpeo. Se comprueba que en los jugadores predomina la técnica de derecha sobre la de revés ($p=0,002$), no encontrándose diferencias en las jugadoras (Figura 21). Sin embargo, los datos hallados ponen de manifiesto que las jugadoras utilizan los dos lados en sus golpes de manera más equilibrada que los jugadores, golpeando la pelota en aproximadamente un 53,7% con el lado de derecha y en un 46,3% con el de revés,

mientras que en el caso de los hombres estos valores son de un 65,6% y de un 34,5% de derecha y revés respectivamente.

TABLA 12. Análisis de las acciones técnicas: comparativa intragrupo (M±DT)

	Hombres (n=24)	Rango	p	Mujeres (n=24)	Rango	p
Derecha	290,08 (±106,21)	144-473	0,002 ^β ***	227,92 (±117,01)	101-535	0,359
Revés	153,00 (±57,62)	80-259		196,83 (±72,50)	122-356	

^β Prueba no paramétrica de Wilcoxon. ***p<0,01.

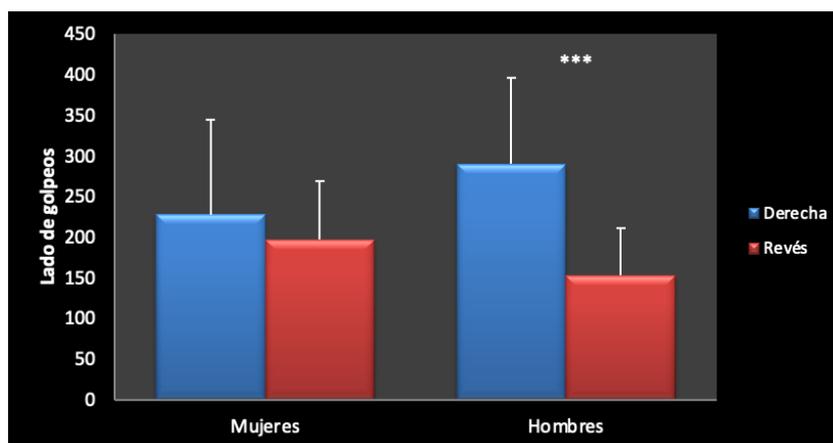


FIGURA 21. Distribución intragrupo de los lados de golpeo

2.3. Tipo de golpeo

Los resultados relacionados con el tipo de acciones técnicas realizadas durante la competición se muestran en la tabla 13.

La frecuencia menor de golpeo coincide en ambos géneros y se produce en la técnica denominada como dejada, con valores promedios de 0,17±0,5 golpes en jugadores y 0,25±0,8 golpes en jugadoras.

Solo se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en el uso del flip (33,6±15,2 vs. 10,4±8,09), siendo esta técnica más utilizada en el juego masculino que en el femenino (p<0,001). Se aprecia una tendencia cercana a la significatividad en el servicio, realizándose más acciones de este tipo en la competición masculina.

Resultados

TABLA 13. Análisis de las acciones técnicas: tipo de golpeo (M±DT)

	Hombres (n=24)	Rango	Mujeres (n=24)	Rango	p
Servicio	99,67 (±29,06)	59-138	80,25 (±18,30)	60-109	0,063
Dejada	0,17 (±0,58)	0-2	0,25 (±0,86)	0-3	0,784
Flip	33,67 (±15,22)	9-63	10,42 (±8,09)	1-25	0,001***
Globo	21,25 (±13,52)	4-45	11,33 (±5,92)	1-21	0,114 ^μ
Ataque	24,58 (±16,68)	2-57	25,25 (±17,33)	4-62	0,924
Topspin	132,58 (±59,48)	69-245	109,42 (±42,41)	57-171	0,284
Corte	64,67 (±27,25)	24-117	78,00 (±43,35)	29-185	0,377
Bloqueo	50,75 (±27,54)	12-105	43,08 (±32,94)	10-120	0,543
Remate	4,92 (±5,72)	0-21	8,92 (±7,59)	0-29	0,159
Defensa	2,83 (±2,88)	0-8	54,50 (±74,96)	0-234	0,347 ^μ
Otra	5,50 (±3,96)	1-11	3,50 (±2,68)	0-8	0,162

^μ Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. ***p<0,001.

En el análisis de la distribución de las diferentes técnicas (Figura 22), el topspin se muestra como la técnica ofensiva más utilizada por hombres con 132,5±59,4 golpes y por mujeres con 109,4±42,4 golpes.

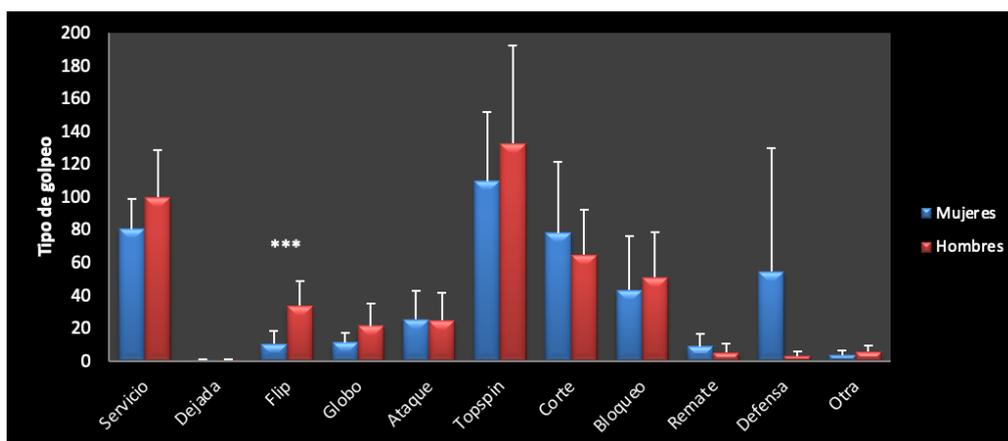


FIGURA 22. Distribución de los tipos de golpes por género. ***p<0,001

Como se puede apreciar en la figura 21, las jugadoras emplean en mayor medida técnicas defensivas como el corte (78±43,3 vs. 64,6±27,2) y la defensa (54,5±74,9 vs. 2,8±2,8), mientras que los hombres utilizan principalmente como técnica defensiva el globo (21,2±13,5 vs. 11,3±5,9). En ambos géneros el topspin es la técnica porcentualmente más utilizada, siendo en el caso de las mujeres del 25,6% (Figura 23) y en los hombres superior al 30% (Figura 24).



FIGURA 23. Distribución porcentual de los tipos de golpes en la competición masculina

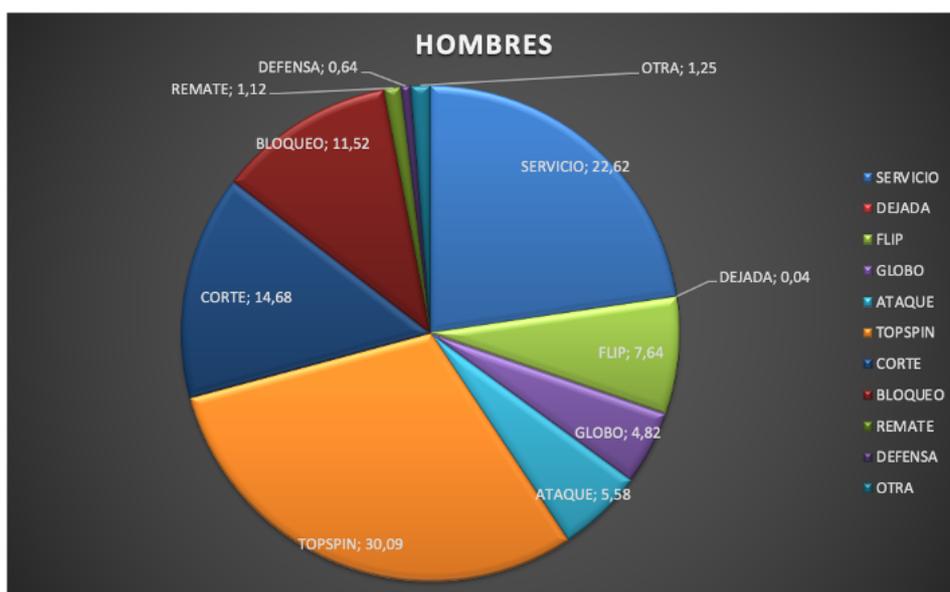


FIGURA 24. Distribución porcentual de los tipos de golpes en la competición femenina

3. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: ASPECTOS TÁCTICOS

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a las variables tácticas básicas seleccionadas para esta investigación.

3.1. Acciones de juego ganadoras y perdedoras

Los resultados relacionados con las acciones tácticas desarrolladas, en cuanto a su diferenciación considerando el lado de juego en el que se producen las acciones de juego ganadoras y perdedoras, se presentan en la tabla 14. El número total de acciones ganadoras con técnicas de derecha y de revés es significativamente superior en la competición masculina tanto en las acciones de derecha ($14,5 \pm 6,5$ vs. $9,8 \pm 2,8$; $p < 0,04$) como en las de revés ($7,08 \pm 3,6$ vs. $4,4 \pm 1,8$; $p < 0,03$).

TABLA 14. Análisis de la táctica: acciones de juego ganadoras y perdedoras (M \pm DT)

	Hombres (n=24)	Rango	Mujeres (n=24)	Rango	p
ACCIONES DE JUEGO GANADORAS					
Derecha	14,50 ($\pm 6,50$)	6-27	9,83 ($\pm 2,85$)	5-16	0,033*
Revés	7,08 ($\pm 3,63$)	0-13	4,42 ($\pm 1,83$)	1-8	0,028 ^μ **
ACCIONES DE JUEGO PERDEDORAS					
Derecha	40,33 ($\pm 11,72$)	22-58	33,75 ($\pm 8,18$)	24-56	0,143 ^μ
Revés	37,50 ($\pm 12,02$)	22-58	32,08 ($\pm 13,95$)	17-59	0,319

^μPrueba no paramétrica U de Mann-Whitney. ** $p < 0,03$; * $p < 0,05$.

Como se puede apreciar, las acciones tácticas con las que se ganan el mayor número de tantos en ambos géneros son aquellas efectuadas con técnicas de derecha (Figura 25). Las acciones de juego perdedoras se distribuyen de manera equilibrada en técnicas de derecha y de revés en jugadores y jugadoras.

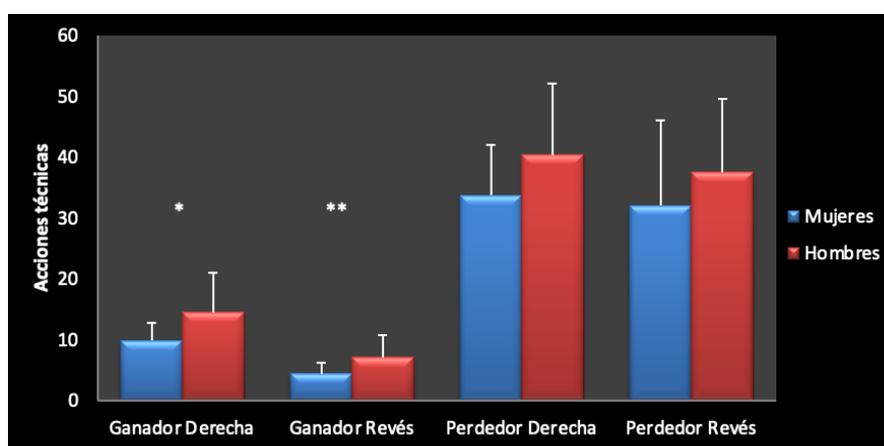


FIGURA 25. Distribución de acciones ganadoras y perdedoras por género. ** $p < 0,03$; * $p < 0,05$

3.2. Técnicas ganadoras y perdedoras

En la tabla 15 se presentan los resultados tácticos obtenidos referentes a las acciones técnicas ganadoras. Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas al comparar la competición masculina y la femenina, siendo superiores en los hombres las técnicas ganadoras de topspin de derecha ($p < 0,02$), topspin de revés ($p < 0,002$) y flip de revés ($p < 0,03$).

TABLA 15. Análisis de la táctica: técnicas ganadoras (M \pm DT)

	Hombres (n=24)	Rango	Mujeres (n=24)	Rango	p
Topspin D	9,25 (\pm 5,06)	3-17	4,92 (\pm 2,46)	1-0	0,017 ^{μ**}
Topspin R	2,83 (\pm 1,94)	0-6	0,42 (\pm 0,66)	0-2	0,002 ^{μ***}
Corte D	0,67 (\pm 0,88)	0-3	0,50 (\pm 0,79)	0-2	0,630 ^μ
Corte R	0,67 (\pm 1,15)	0-4	0,50 (\pm 0,67)	0-2	1,000 ^μ
Flip D	1,17 (\pm 1,26)	0-4	0,58 (\pm 0,99)	0-3	0,266 ^μ
Flip R	0,92 (\pm 0,90)	0-2	0,08 (\pm 0,28)	0-1	0,028 ^{μ**}
Bloqueo D	0,92 (\pm 1,50)	0-4	0,75 (\pm 0,96)	0-2	0,977 ^μ
Bloqueo R	1,83 (\pm 1,33)	0-4	1,58 (\pm 1,37)	0-4	0,656
Servicio D	0,92 (\pm 0,99)	0-3	0,33 (\pm 0,65)	0-2	0,143 ^μ
Servicio R	0 (\pm 0,00)	0-0	0,08 (\pm 0,28)	0-1	
Globo D	0,33 (\pm 0,65)	0-2	0 (\pm 0,00)	0-0	
Globo R	0,08 (\pm 0,28)	0-1	0 (\pm 0,00)	0-0	
Dejada D	0,08 (\pm 0,28)	0-2	0,25 (\pm 0,86)	0-3	0,514 ^μ
Defensa D	0 (\pm 0,00)	0-0	0,25 (\pm 0,62)	0-2	
Defensa R	0 (\pm 0,00)	0-0	0,17 (\pm 0,38)	0-1	
Remate D	0,67 (\pm 0,98)	0-2	1,75 (\pm 1,71)	0-6	0,089 ^μ
Remate R	0 (\pm 0,00)	0-0	0,08 (\pm 0,28)	0-1	
Ataque D	0,25 (\pm 0,45)	0-1	0,50 (\pm 0,67)	0-2	0,443 ^μ
Ataque R	0,75 (\pm 0,96)	0-3	1,42 (\pm 1,50)	0-4	0,319 ^μ

^μ Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. *** $p < 0,01$; ** $p < 0,03$. D: derecha; R: revés.

Como se puede apreciar en la figura 26, la acción táctica principal con la que se gana el mayor número de tantos coincide en ambos géneros, siendo la técnica de topspin de derecha.

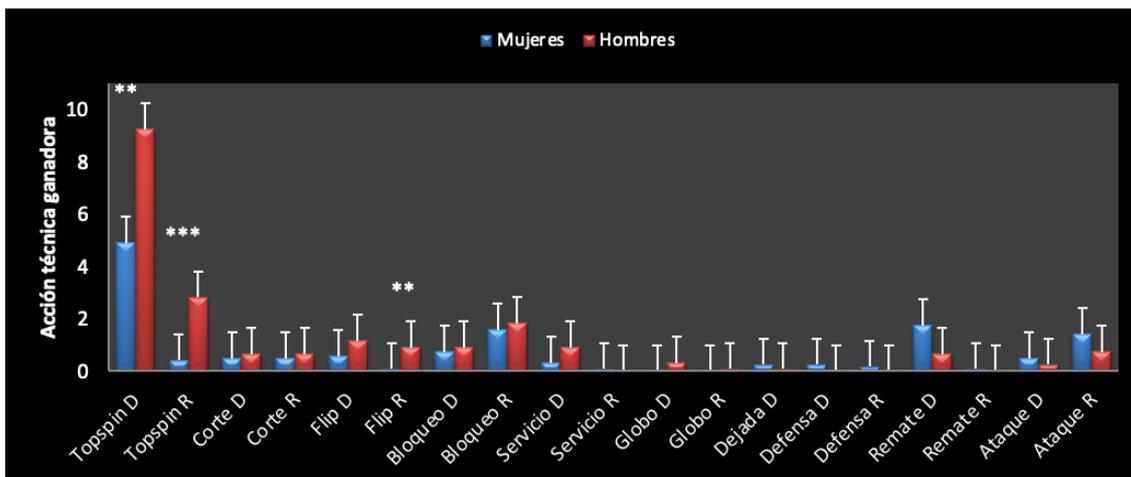


FIGURA 26. Distribución de las técnicas ganadoras por género. ***p<0,01; **p<0,03

En la tabla 16 se presentan los resultados tácticos obtenidos referentes a las acciones técnicas perdedoras. Los resultados hallados ponen de manifiesto un mayor número de errores en los hombres, en especial y estadísticamente significativo en la técnica ofensiva del mini golpeo denominado como flip, tanto de derecha ($p<0,02$), como de revés ($p<0,002$).

TABLA 16. Análisis de la táctica: técnicas perdedoras (M±DT)

	Hombres (n=24)	Rango	Mujeres (n=24)	Rango	p
Topspin D	19,75 (±9,01)	8-34	16,50 (±5,85)	10-25	0,319 ^μ
Topspin R	8,58 (±4,48)	2-17	7,08 (±5,26)	0-19	0,460
Corte D	3,75 (±2,37)	0-7	2,42 (±1,62)	0-5	0,123
Corte R	2,17 (±1,58)	0-4	2,42 (±2,15)	0-7	0,932 ^μ
Flip D	4,00 (±2,37)	1-8	1,75 (±2,17)	0-8	0,012 ^{μ**}
Flip R	3,08 (±1,97)	1-6	0,83 (±1,11)	0-3	0,002 ^{μ***}
Bloqueo D	3,00 (±2,69)	0-8	3,75 (±3,49)	1-12	0,562
Bloqueo R	12,67 (±7,57)	3-28	10,58 (±7,36)	2-25	0,478 ^μ
Servicio D	1,50 (±1,44)	0-4	0,67 (±0,77)	0-2	0,198 ^μ
Globo D	2,67 (±2,06)	0-7	1,92 (±1,73)	0-5	0,410 ^μ
Globo R	2,92 (±2,10)	0-6	1,50 (±1,31)	0-4	0,061
Defensa D	0,17 (±0,38)	0-1	1,33 (±2,34)	0-7	0,410 ^μ
Defensa R	0,67 (±0,98)	0-1	4,17 (±4,76)	0-11	0,242 ^μ
Remate D	0,50 (±0,67)	0-2	1,75 (±3,01)	0-11	0,160 ^μ
Ataque D	1,25 (±1,71)	0-6	0,83 (±1,19)	0-4	0,551 ^μ
Ataque R	5,75 (±4,02)	0-12	4,17 (±3,83)	0-12	0,378 ^μ

^μ Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. ***p<0,01; **p<0,03. D: derecha; R: revés.

Las acciones tácticas principales con las que se pierden el mayor número de tantos coinciden en ambos géneros (Figura 27). Las técnicas con las que se cometen más errores son similares en hombres y mujeres, siendo por orden de importancia las

principales las técnicas de topspin de derecha (19,7±9,01 vs. 16,5±5,8), seguida del bloqueo de revés (12,6±7,5 vs. 10,5±7,3), a continuación el topspin de revés (8,5±4,4 vs. 7,08±5,2) y por último el ataque de revés (5,7±4,02 vs. 4,1±3,8).

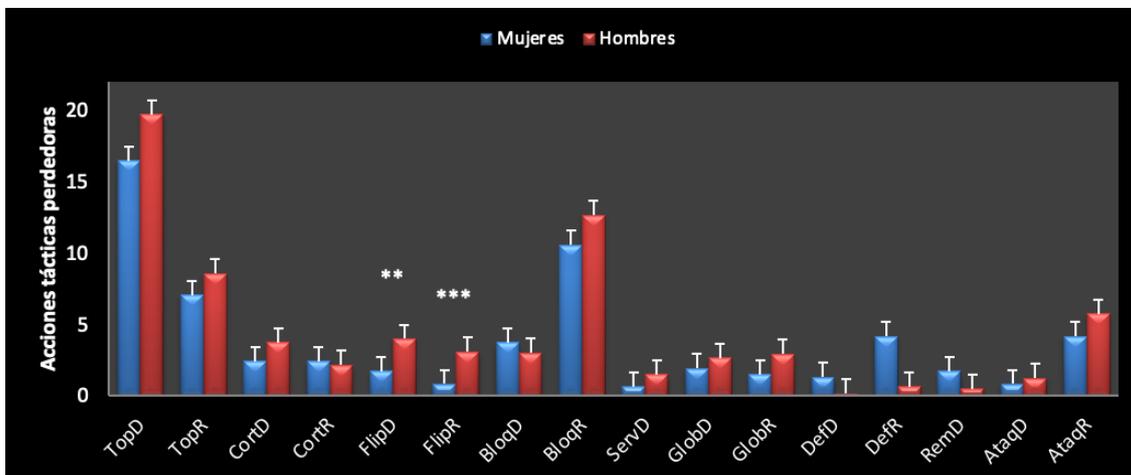


FIGURA 27. Distribución de las técnicas perdedoras por género. ***p<0,01; **p<0,03

3.3. Dirección de juego y acción de pivote

Los resultados correspondientes a la acción táctica de la dirección de juego (diagonal o paralelo), y de la acción técnica del pivote se muestran en la tabla 17. Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas para la variable pivote ($p < 0,05$), siendo esta acción técnica habitualmente más realizada en la competición masculina que en la femenina (58,7±34,04 vs. 31,6±27,02).

TABLA 17. Análisis de la táctica: dirección de juego y pivote (M±DT)

	Hombres (n=24)	Rango	Mujeres (n=24)	Rango	p
Diagonal	141,17 (±60,78)	62-236	156,17 (±83,89)	75-357	0,932 ^u
Paralelo	122,83 (±43,65)	50-196	124,83 (±57,22)	49-249	0,924
Pivote	58,75 (±34,04)	32-134	31,67 (±27,02)	4-102	0,042*

^u Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. *p<0,05.

Las acciones tácticas referentes a la dirección de juego no presentan ningún tipo de diferencias al compararlos entre géneros. Cabe destacar una ligera mayor presencia de ambas acciones tácticas de juego en la competición femenina (Figura 28).

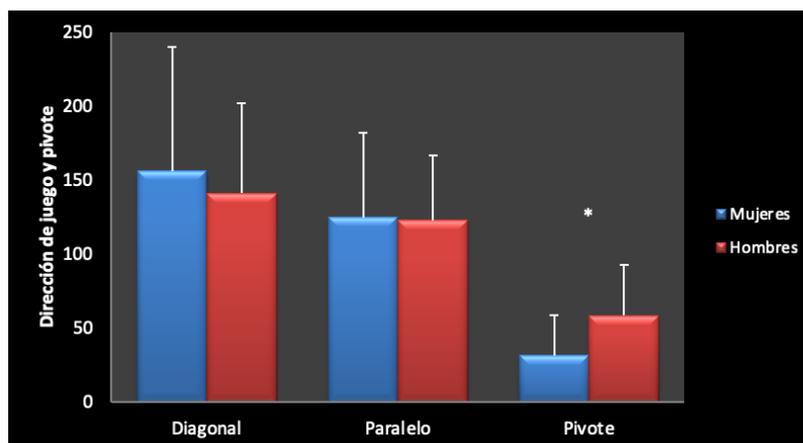


FIGURA 28. Distribución de la dirección de juego y pivote por género. *p<0,05

3.4. Zona de ubicación del servicio en la mesa

Los datos correspondientes a la acción táctica de localización de la zona de la mesa del rival en donde el servidor ubica la pelota al efectuar el saque se presentan en la tabla 18.

TABLA 18. Análisis de la táctica: zona de ubicación del servicio en la mesa (M±DT)

	Hombres (n=24)	Rango	Mujeres (n=24)	Rango	p
Zona 1	9,17 (±5,34)	0-18	1,92 (±3,06)	0-13	0,001 ^{μ***}
Zona 2	12,17 (±11,91)	1-45	2,17 (±2,12)	0-5	0,009 ^{***}
Zona 3	38,42 (±15,36)	12-62	33,67 (±17,35)	17-70	0,485
Zona 4	32,42 (±20,71)	5-71	28,17 (±9,26)	12-41	0,523
Zona 5	4,25 (±2,37)	0-8	9,08 (±3,89)	3-16	0,002 ^{μ***}
Zona 6	1,67 (±1,43)	0-5	4,17 (±5,42)	0-20	0,143 ^μ

^μPrueba no paramétrica U de Mann-Whitney. ***p<0,01.

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en la ubicación del servicio. Los jugadores dirigen sus servicios a la zona 1 (9,1±5,3 vs. 1,9±3,06; p<0,001) y a la 2 (12,1±11,9 vs. 2,1±2,1; p<0,009), zonas próximas a la red, mientras que las jugadoras utilizan en mayor medida la zona 5 (9,08±3,8 vs. 4,2±3,2; p<0,02), zona más alejada de la mesa y donde los jugadores adversarios diestros juegan de manera natural de revés.

Las zonas de ubicación del saque más utilizadas (Figura 29) tanto en la competición masculina como en la femenina son las 3 y 4 (zonas centrales de la mesa), mientras que la que tiene una menor incidencia es la zona 6, que coincide con la zona

más alejada de la mesa y donde los jugadores rivales diestros juegan de manera natural de derecha.

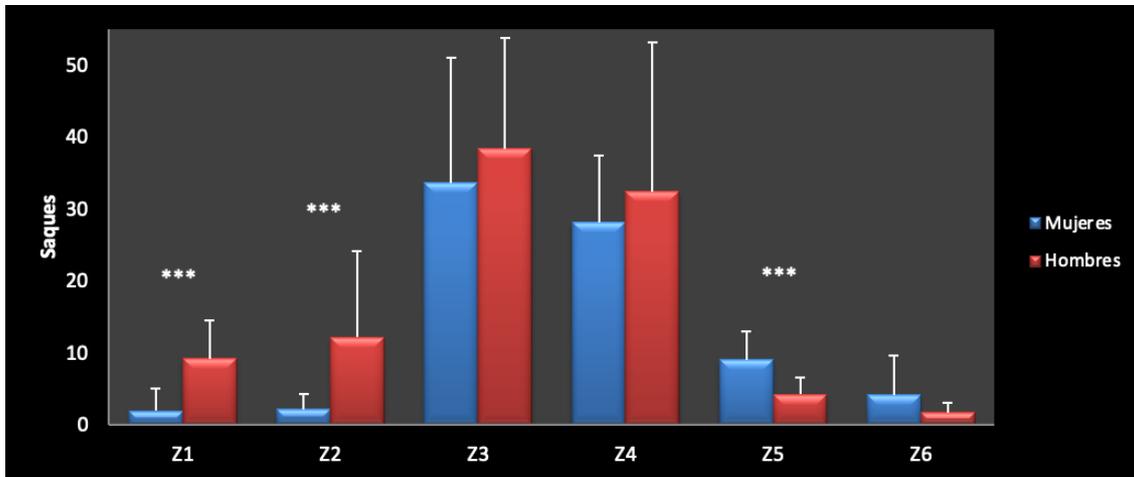


FIGURA 29. Distribución de las zonas de servicio por género. ***p<0,01

3.5. Resto por zona de juego

Los resultados correspondientes a la acción táctica del resto, en función de la zona en la que bota la pelota tras el servicio efectuado por el rival, se presentan en la tabla 19.

No se han encontrado diferencias estadísticas entre géneros al comparar las acciones tácticas del resto realizadas con la técnica de bloqueo, globo, ataque, remate y defensa.

Resultados

TABLA 19. Análisis de la táctica: resto en función de la zona de bote del servicio (M±DT)

	Hombres (n=24)	Rango	Mujeres (n=24)	Rango	p
Resto con corte					
Zona 1	6,58 (±3,19)	0-13	1,67 (±3,11)	0-11	0,003***
Zona 2	7,17 (±4,95)	1-18	1,92 (±1,78)	0-4	0,002***
Zona 3	19,83 (±12,96)	2-37	23,58 (±14,13)	7-50	0,505
Zona 4	18,08 (±11,85)	2-37	19,42 (±8,43)	9-30	0,754
Zona 5	0,25 (±0,62)	0-2	2,58 (±2,61)	0-8	0,006***
Zona 6	0 (±0,00)	0-0	1,25 (±3,13)	0-11	-
Resto con flip					
Zona 1	2,25 (±1,42)	0-4	0,17 (±0,57)	0-2	0,001***
Zona 2	4,25 (±7,35)	0-26	0,25 (±0,45)	0-1	0,073
Zona 3	9,08 (±4,75)	3-16	3,25 (±3,72)	0-12	0,003***
Zona 4	7,50 (±5,05)	2-19	2,08 (±2,27)	0-8	0,003***
Zona 5	0,08 (±0,28)	0-1	0 (±0,00)	0-0	-
Zona 6	0 (±0,00)	0-0	0,25 (±0,62)	0-2	-
Resto con topspin					
Zona 1	0,25 (±0,86)	0-3	0 (±0,00)	0-0	-
Zona 2	0,58 (±0,79)	0-2	0 (±0,00)	0-0	-
Zona 3	8,50 (±3,82)	3-18	2,83 (±3,29)	0-12	0,001***
Zona 4	6,25 (±5,81)	0-19	4,17 (±3,51)	1-13	0,300
Zona 5	2,17 (±1,58)	0-4	3,25 (±3,19)	0-12	0,304
Zona 6	1,08 (±0,90)	0-3	1,67 (±1,92)	0-6	0,352
Resto con bloqueo					
Zona 4	0 (±0,00)	0-0	0,08 (±0,28)	0-1	-
Zona 5	0,17 (±0,57)	0-2	0 (±0,00)	0-0	-
Zona 6	0,17 (±0,38)	0-1	0 (±0,00)	0-0	-
Resto con globo					
Zona 6	0,08 (±0,28)	0-1	0,08 (±0,28)	0-1	1,000
Resto con ataque					
Zona 3	0,75 (±1,21)	0-4	0,50 (±1,24)	0-4	0,623
Zona 4	0,25 (±0,62)	0-2	1,08 (±2,31)	0-6	0,241
Zona 5	1,17 (±1,74)	0-5	0,58 (±0,99)	0-3	0,326
Zona 6	0,17 (±0,38)	0-1	0,25 (±0,62)	0-2	0,698
Resto con remate					
Zona 2	0,08 (±0,28)	0-1	0 (±0,00)	0-0	-
Resto con defensa					
Zona 3	0 (±0,00)	0-0	2,75 (±4,59)	0-12	-
Zona 4	0 (±0,00)	0-0	0,33 (±0,88)	0-3	-
Zona 5	0 (±0,00)	0-0	2,00 (±2,79)	0-7	-
Zona 6	0 (±0,00)	0-0	0,75 (±1,28)	0-4	-

#Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. ***p<0,01.

Como se puede apreciar en la figura 30 los jugadores utilizan el resto mediante la técnica de corte más que las jugadoras frente a pelotas que botan en la zona 1 ($p < 0,003$) y 2 ($p < 0,002$). Sin embargo, en la competición femenina las jugadoras restan más en la zona 5 con la técnica de corte que los jugadores ($p < 0,006$).

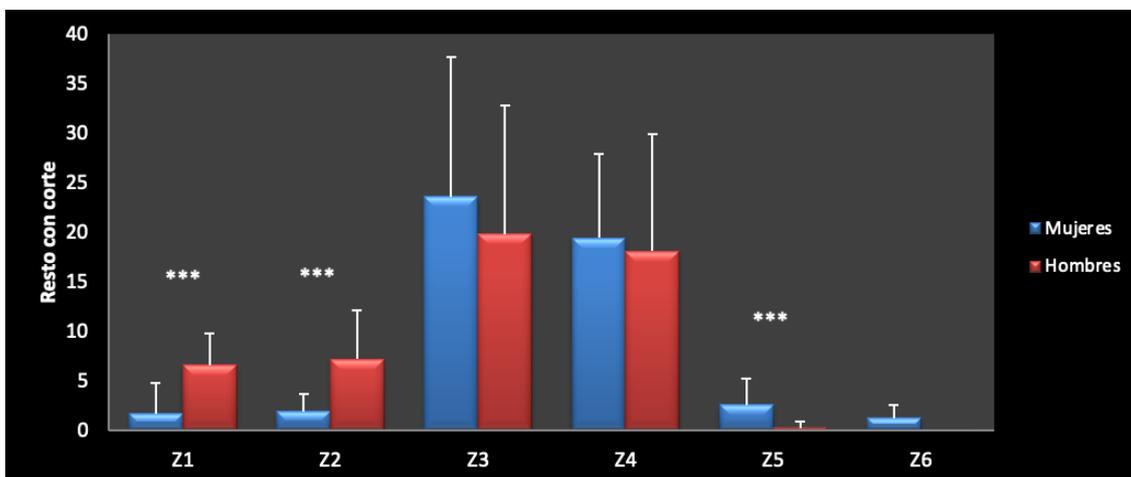


FIGURA 30. Distribución del resto efectuado con la técnica de corte por género. *** $p < 0,01$

En la figura 31 se presenta el resto realizado con la técnica de flip. En la competición masculina este tipo de acción técnica de resto es significativamente superior al de la competición femenina frente a pelotas que botan en la zona 1 ($p < 0,003$), zona 3 ($p < 0,002$) y zona 4 ($p < 0,006$).

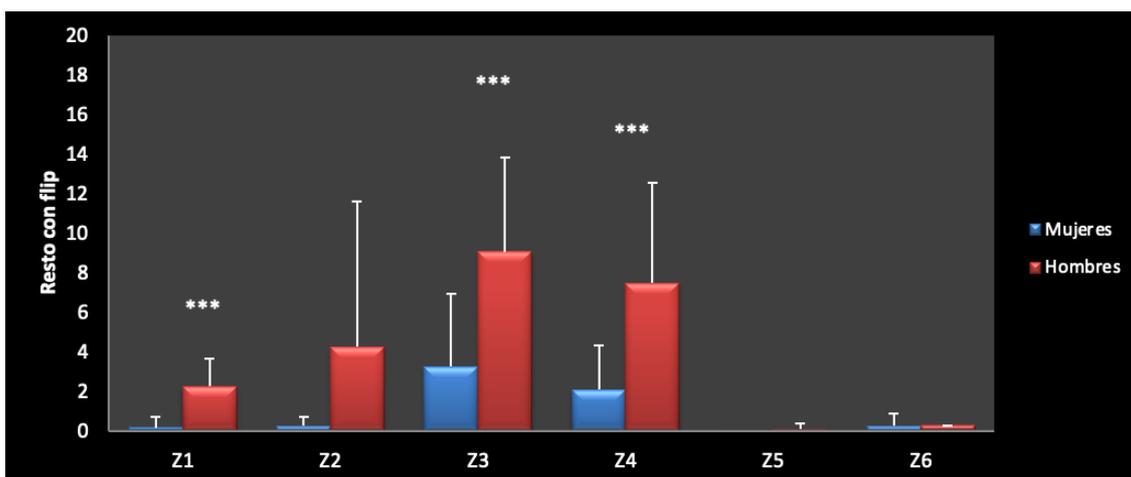


FIGURA 31. Distribución del resto efectuado con la técnica de flip por género. *** $p < 0,01$

De la misma manera sucede al comparar los jugadores con las jugadoras con el resto efectuado con un topspin sobre servicios que botan en la zona 3 (Figura 32), siendo significativamente mayores en la competición masculina ($p < 0,001$).

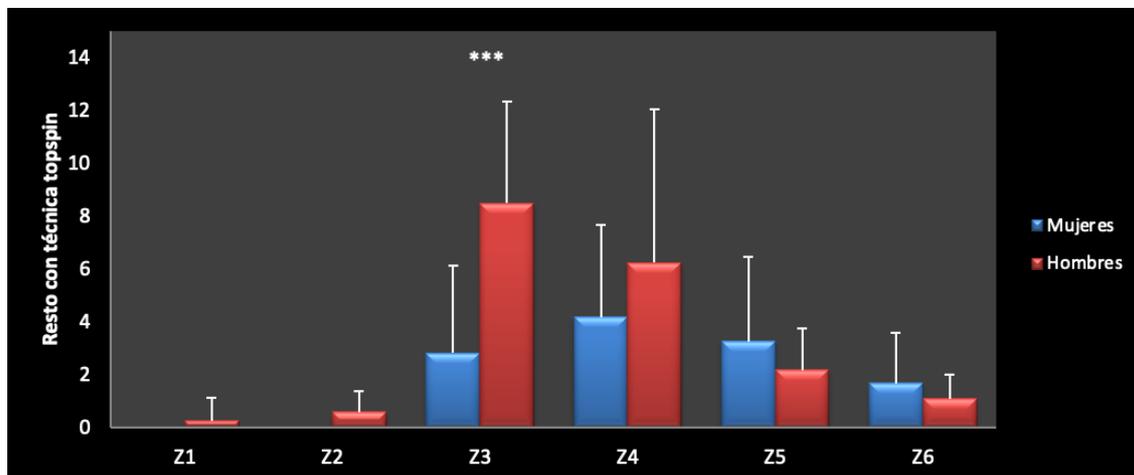


FIGURA 32. Distribución del resto efectuado con la técnica de topspin por género. *** $p < 0,01$

4. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS CONDICIONALES

Los resultados correspondientes al análisis de la condición física específica se presentan agrupados en distintas variables: fuerza isométrica máxima de las extremidades superiores, fuerza activa y reactiva de las extremidades inferiores, tiempo de respuesta y velocidad de desplazamiento.

4.1. Fuerza isométrica máxima de las extremidades superiores

Los resultados correspondientes a la fuerza de prensión manual se presentan en la tabla 20.

TABLA 20. Análisis condicional: fuerza isométrica máxima de las extremidades superiores (M \pm DT)

	Hombres (n=24)	Mujeres (n=24)	p
Dominante (N)	436,2 (\pm 60,3)	283,3 (\pm 34,5)	0,001 ^{u***}
No dominante (N)	402,5 (\pm 67,2)	241,4 (\pm 35,3)	0,001 ^{***}

^u Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. *** $p < 0,01$.

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la fuerza isométrica máxima al compararlos entre géneros, los resultados son superiores en los jugadores en ambas extremidades, dominante y no dominante ($p < 0,001$).

Los jugadores también presentan picos máximos de fuerza de presión manual en ambos lados, dominante y no dominante, por encima de los valores de las jugadoras, siendo superiores para el lado dominante ($436,2 \pm 60,3$ vs. $283,3 \pm 34,5$). En los dos géneros el miembro dominante es el que mayor fuerza posee en la extremidad superior, presentándose un desequilibrio comprendido entre 33-40 N entre lado dominante y no dominante (Figura 33).

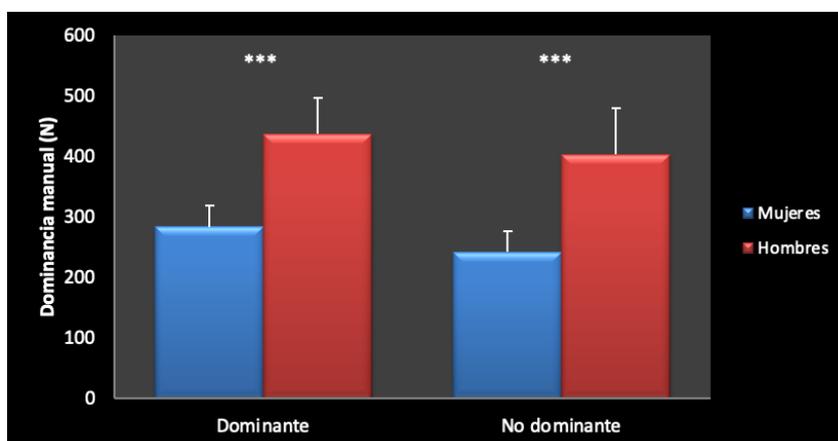


FIGURA 33. Distribución de la fuerza isométrica máxima de las extremidades superiores por género. *** $p < 0,01$

4.2. Fuerza activa y reactiva de las extremidades inferiores

Los resultados correspondientes al análisis de la fuerza activa y reactiva de las extremidades inferiores, valoradas a través de la altura obtenida en los saltos CMJ y SJ, se presentan en la tabla 21. Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en todas las variables analizadas a favor de los jugadores ($p < 0,001$).

TABLA 21. Análisis condicional: fuerza activa y reactiva de las extremidades inferiores ($M \pm DT$)

	Hombres (n=24)	Mujeres (n=24)	p
CMJ tiempo vuelo (ms)	539,2 ($\pm 44,6$)	467,2 ($\pm 53,2$)	0,001***
CMJ altura vuelo (cm)	35,7 ($\pm 5,6$)	27,1 ($\pm 6,1$)	0,001***
SJ tiempo vuelo (ms)	515,7 ($\pm 42,4$)	434,7 ($\pm 47,5$)	0,001***
SJ altura vuelo (cm)	32,8 ($\pm 5,3$)	23,6 ($\pm 5,01$)	0,001***

*** $p < 0,01$. cm: centímetros; ms: milisegundos.

La altura de los saltos en su componente activo ($35,7 \pm 5,6$ vs. $25,1 \pm 6,1$) y reactivo ($32,8 \pm 5,3$ vs. $23,6 \pm 5,01$) es significativamente superior ($p < 0,001$) en los jugadores al compararlos con las jugadoras (Figura 34), ocurriendo lo mismo en los tiempos de vuelo de ambos saltos (Figura 35).

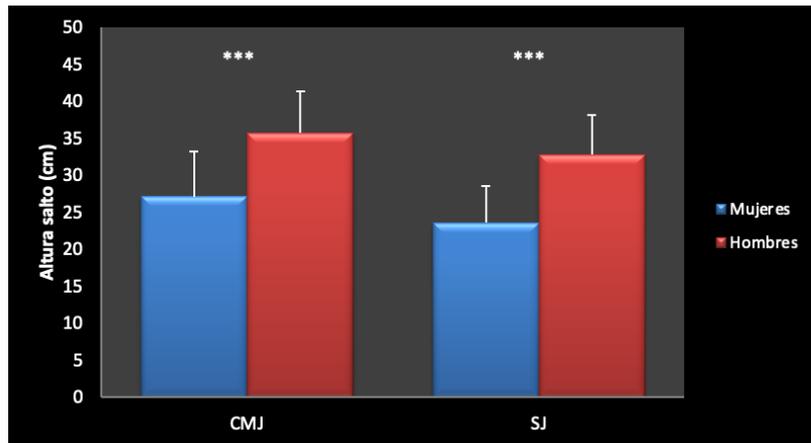


FIGURA 34. Distribución de la altura de los saltos por género. *** $p < 0,001$

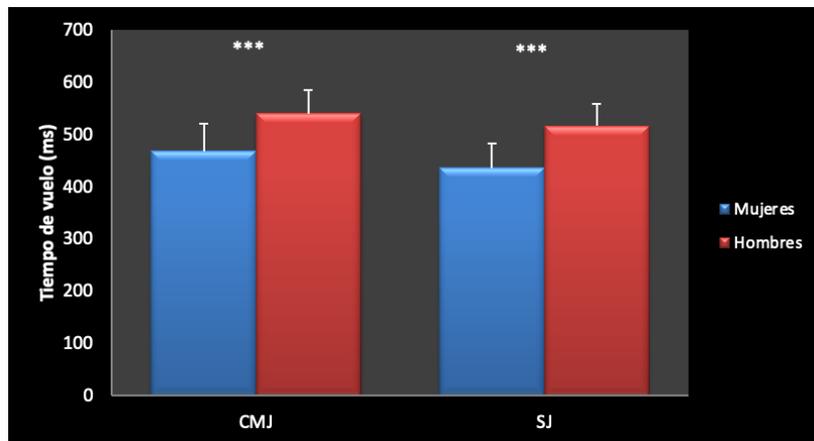


FIGURA 35. Distribución del tiempo de vuelo de los saltos por género. *** $p < 0,001$

4.3. Tiempo de reacción y velocidad de desplazamiento

Los valores correspondientes a las variables relacionadas con la velocidad (tiempo de reacción, velocidad de desplazamiento y aceleración lateral) se presentan la tabla 22.

Resultados

TABLA 22. Análisis condicional: tiempo de desplazamiento, tiempo de reacción y aceleración lateral (M±DT)

	Hombres (n=24)	Mujeres (n=24)	p
Tiempo de desplazamiento I (s)	1,95 (±0,1)	2,19 (±0,06)	0,001***
Tiempo de reacción I (s)	0,7 (±0,1)	0,57 (±0,1)	0,005 ^u ***
Aceleración I (m/s²)	1,25 (±0,1)	1,62 (±0,1)	0,001***
Tiempo de desplazamiento D (s)	1,9 (±0,1)	2,19 (±0,1)	0,001***
Tiempo de reacción D (s)	0,71 (±0,1)	0,64 (±0,1)	0,145
Aceleración D (m/s²)	1,18 (±0,2)	1,55 (±0,1)	0,001***

^uPrueba no paramétrica U de Mann-Whitney. ***p<0,001; s: segundos; m: metros; D: derecha; I: izquierda.

El tiempo de desplazamiento lateral hacia ambos lados es significativamente mejor en jugadores respecto a jugadoras (p<0,001), obteniendo valores temporales menores los hombres en el desplazamiento hacia la izquierda (1,95±0,1 vs. 2,19±0,06) y hacia la derecha (1,9±0,1 vs. 2,19±0,1) (Figura 36). Para la variable tiempo de reacción los valores hallados indican una mejor respuesta en los desplazamientos realizados a ambos lados por parte de las jugadoras, existiendo diferencias significativas solamente en el tiempo de reacción hacia el lado izquierdo (p<0,005).

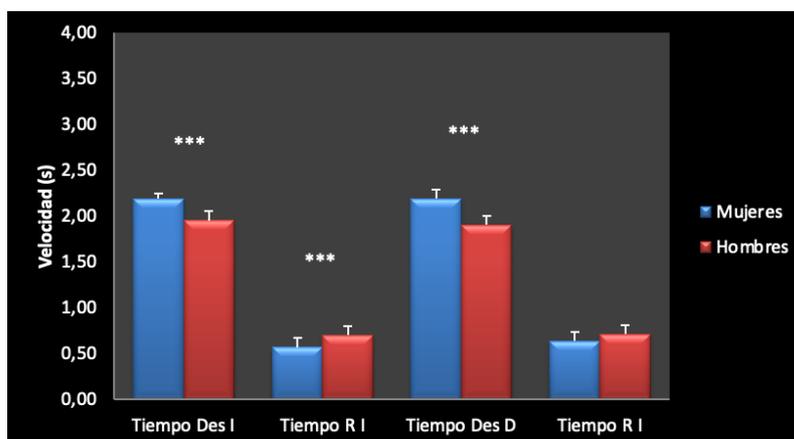


FIGURA 36. Distribución de los tiempos de reacción (R) y desplazamiento lateral (Des) por género. ***p<0,001

La aceleración lateral (Figura 37) hacia ambos lados es significativamente mejor en mujeres respecto a los varones (p<0,001), acelerando en menor tiempo las jugadoras tanto hacia la izquierda (1,25±0,1 vs. 1,62±0,1) como hacia la derecha (1,18±0,2 vs. 1,55±0,1).

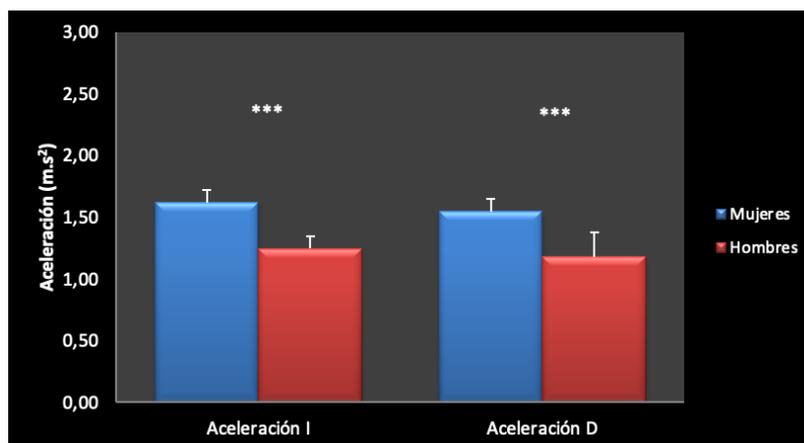


FIGURA 37. Distribución de la aceleración lateral por género. ***p<0,001

5. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y METABÓLICOS

5.1. Estructura temporal

Los resultados correspondientes al análisis de la estructura de juego, considerando los tiempos de actividad y de pausa total, se muestran en la tabla 23. El análisis de la estructura temporal indica que la duración total de los partidos (2256,05±979,7 s vs. 1469,4±544,2 s; p< 0,03) y de las pausas (1860,9±838,2 s vs. 1104,4±459,1 s; p<0,02) es significativamente superior en la competición masculina respecto a la femenina (Figura 38).

TABLA 23. Análisis de la estructura temporal de juego (M±DT)

	Hombres (n=24)	Mujeres (n=24)	p
Duración partido (s)			
Total	2256,05 (±979,7)	1469,4 (±544,2)	0,024**
Actividad	395,06 (±149,3)	360,4 (±131,4)	0,553
Pausa	1860,9 (±838,2)	1104,4 (±459,1)	0,012**
Tiempo de juego (s)			
Jugadas	3,6 (±0,3)	4,3 (±1,07)	0,035*
Mínimo	1,2 (±0,3)	1,5 (±0,3)	0,032*
Máximo	11,8 (±4,1)	13,5 (±4,3)	0,331
Tiempo de pausa (s)			
Jugadas	13,6 (±2,7)	11,2 (±2,7)	0,042*

*p<0,05; **p<0,03.

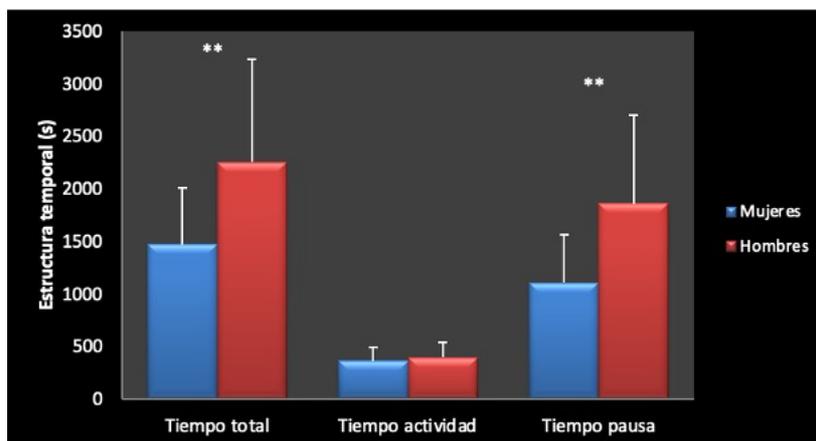


FIGURA 38. Distribución de la estructura temporal de los partidos por género. **p<0,03

Porcentualmente, la competición femenina tiene un mayor tiempo de actividad que de pausa que la competición masculina (Figura 39).

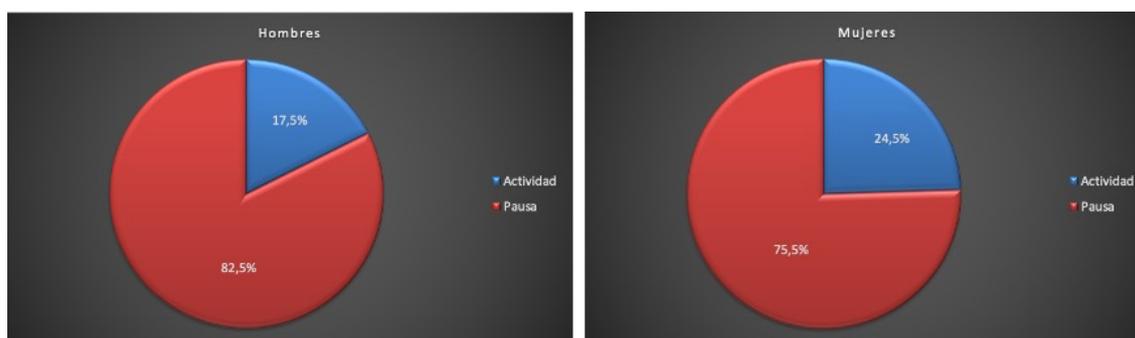


FIGURA 39. Distribución porcentual de la estructura temporal de la competición por género

Los tiempos de esfuerzo y pausa en las jugadas fueron de $3,6 \pm 0,3$ y $13,6 \pm 2,7$ s en hombres y de $4,3 \pm 1,07$ y $11,2 \pm 2,7$ s en mujeres (Figura, 40), encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre géneros en la duración de las pausas ($p < 0,05$).

Los datos obtenidos indican una ratio trabajo-descanso de 1:3 y 1:2 en el tenis de mesa masculino y femenino respectivamente. La densidad de juego (tiempos de actividad/tiempos de pausa) es de $0,21 \pm 0,17$ s en la competición masculina y de $0,32 \pm 0,28$ s en la competición femenina.

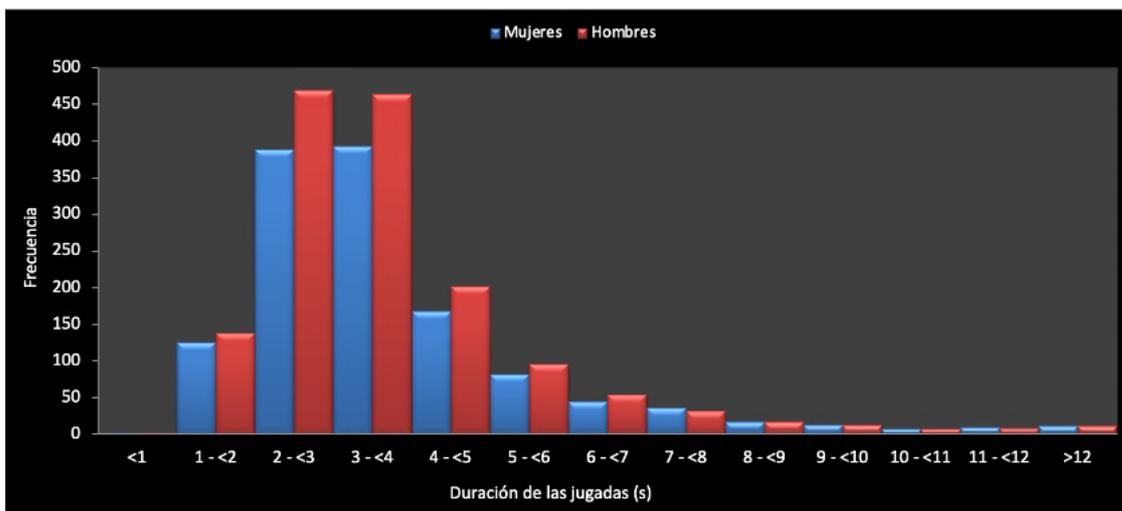


FIGURA 40. Distribución de la duración de las jugadas por género

El análisis temporal de las jugadas (Figura 41), pone de manifiesto que el tiempo de juego durante los diferentes tantos disputados es mayor en la competición femenina ($p < 0,04$), con una duración mínima de las jugadas también superior a la de la competición masculina ($p < 0,04$), siendo ambas diferencias estadísticamente significativas. Los tiempos de pausa entre jugadas son significativamente superiores en la competición masculina ($p < 0,05$).

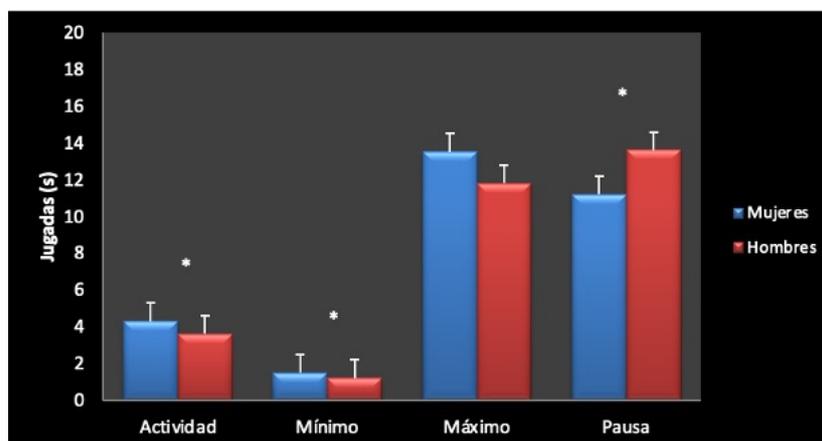


FIGURA 41. Distribución de la estructura temporal de las jugadas por género. * $p < 0,05$

5.2. Parámetros fisiológicos y metabólicos

Los resultados correspondientes al análisis de la respuesta fisiológica y metabólica durante la competición simulada se presentan agrupados en distintas variables: cardíacas ($FC_{máx}$, FC_{min} y FC_{med}) y lactacidemia (tabla 24). Se aprecia que los

jugadores alcanzan picos máximos que sitúan sus esfuerzos al 84,2% de su FC_{máx}, mientras que las jugadoras lo hacen al 79,4% de su FC_{máx}. Los valores porcentuales de FC_{med} se encuentran situados en la modalidad masculina en un 71,4% y en la femenina en un 70,1% respecto a sus niveles cardíacos máximos.

TABLA 24. Análisis fisiológico y metabólico: respuesta cardíaca y láctica (M±DT)

	Hombres (n=24)	Rango	Mujeres (n=24)	Rango	p
FC _{máx} (l·min ⁻¹)	163,9 (±8,7)	147-177	155,4 (±8,01)	139-167	0,001 ^{***}
FC _{min} (l·min ⁻¹)	111,3 (±12,7)	92-138	104,5 (±7,5)	93-118	0,029 ^{**}
FC _{med} (l·min ⁻¹)	138,7 (±12,08)	114-159	137,2 (±6,03)	127-148	0,572
LA (mmol·l ⁻¹)	1,8 (±0,2)	1,4-2,5	1,5 (±0,2)	1,1-1,9	0,001 ^{μ***}

^μ Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. ***p<0,001[†]; **p<0,03.

Todas las variables relacionadas con la frecuencia cardíaca alcanzan valores superiores en la competición masculina (Figura 42). Los picos máximos de frecuencia cardíaca son significativamente superiores en los jugadores (p<0,001), así como los valores mínimos (p<0,03). La respuesta cardíaca media durante la competición alcanza valores muy similares en hombres y mujeres (138,8±12,1 l·min⁻¹ vs. 137,2±6,03 l·min⁻¹).

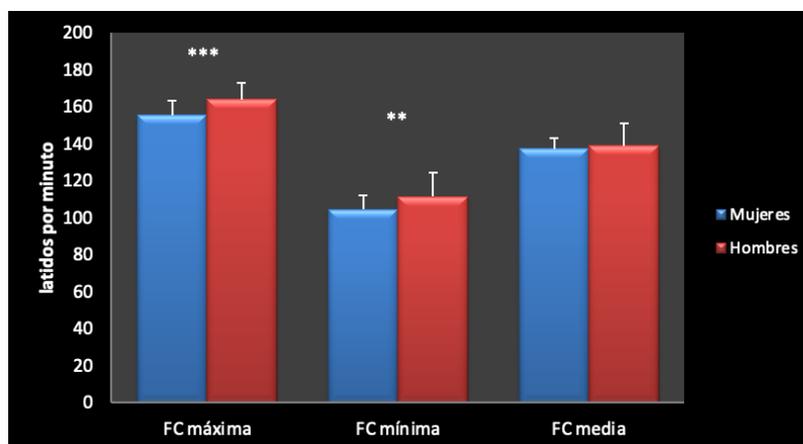


FIGURA 42. Distribución de la respuesta cardíaca (FC) durante la competición simulada por género. ***p<0,001; **p<0,03

Los niveles de LA (Figura 43) son significativamente superiores en la competición masculina (p<0,001), con picos máximos de lactacidemia durante la los partidos de de 2,5 mmol·l⁻¹ en los jugadores y de 1,9 mmol·l⁻¹ en las jugadoras.

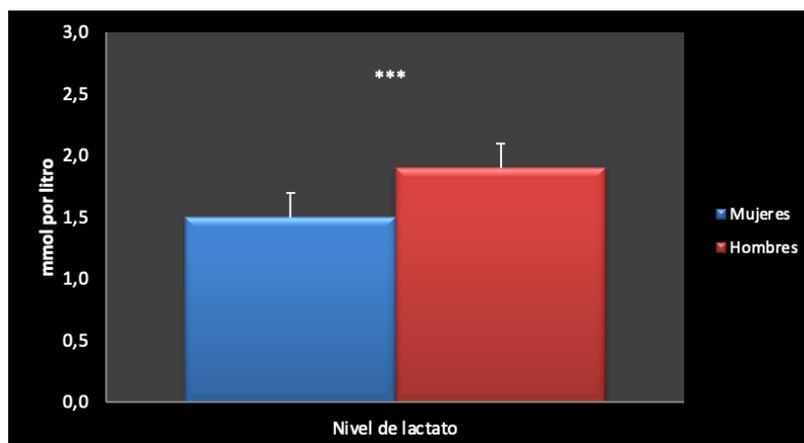


FIGURA 43. Distribución de la respuesta láctica durante la competición simulada por género. *** $p < 0,001$

6. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS

6.1. Medidas corporales

Los resultados correspondientes a las variables corporales consideradas para realizar el análisis antropométrico (Tabla 25), se presentan agrupadas en diámetros óseos, perímetros corporales y pliegues cutáneos.

TABLA 25. Análisis antropométrico: diámetros, perímetros, pliegues y somatotipo (M \pm DT)

	Hombres (n=24)	Mujeres (n=24)	p
Diámetros (cm)			
Biacromial	5,59 ($\pm 0,4$)	4,92 ($\pm 0,3$)	0,001***
Húmero	6,86 ($\pm 0,3$)	6,004 ($\pm 0,3$)	0,001***
Fémur	9,58 ($\pm 0,6$)	8,94 ($\pm 0,5$)	0,001***
Perímetros (cm)			
Brazo flexionado	31,8 ($\pm 2,6$)	27,2 ($\pm 1,4$)	0,001***
Muslo	49,8 ($\pm 3,3$)	48,6 ($\pm 3,3$)	0,289
Pantorrilla	35,8 ($\pm 3,01$)	33,8 ($\pm 2,4$)	0,018**
Pliegues (mm)			
Tríceps	8,4 ($\pm 2,5$)	15,7 ($\pm 3,07$)	0,001***
Subescapular	9,6 ($\pm 2,7$)	10,9 ($\pm 2,4$)	0,045 μ^*
Supraespinal	8,5 ($\pm 3,6$)	10,5 ($\pm 2,4$)	0,029**
Abdominal	14,1 ($\pm 6,6$)	17,9 ($\pm 4,6$)	0,022 μ^{**}
Muslo medial	11,4 ($\pm 3,4$)	24,6 ($\pm 4,3$)	0,001***
Pantorrilla	7,3 ($\pm 2,4$)	14,5 ($\pm 4,02$)	0,001***
Σ 6 pliegues	59,4 ($\pm 17,3$)	94,4 ($\pm 16,7$)	0,001***
Somatotipo			
Endomórfico	2,55 ($\pm 0,74$)	3,96 ($\pm 0,69$)	0,001***
Mesomórfico	4,61 ($\pm 1,19$)	3,41 ($\pm 1,05$)	0,001***
Ectomórfico	2,74 ($\pm 1,05$)	2,88 ($\pm 0,88$)	0,615

μ Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. *** $p < 0,001$ *; ** $p < 0,03$; * $p < 0,05$

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en todos los diámetros óseos ($p < 0,001$), siendo superiores en el género masculino (Figura 44).

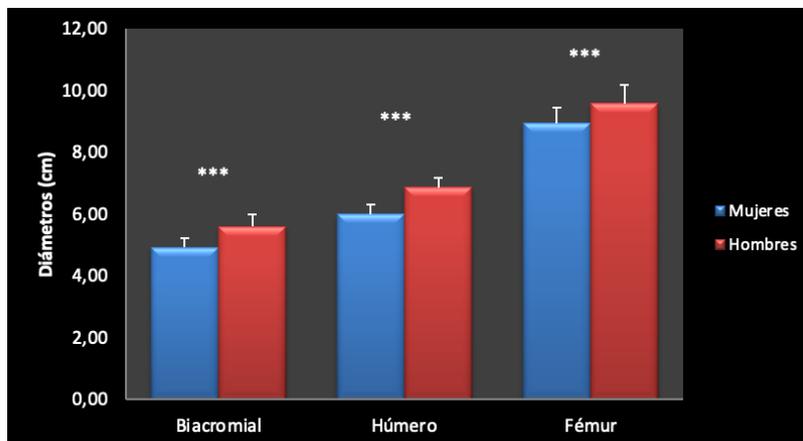


FIGURA 44. Distribución de los diámetros óseos por género. *** $p < 0,001$

Los perímetros corporales (Figura 45) son también mayores en los jugadores, encontrándose diferencias significativas en los perímetros del brazo flexionado ($p < 0,001$) y de la pantorrilla ($p < 0,02$).

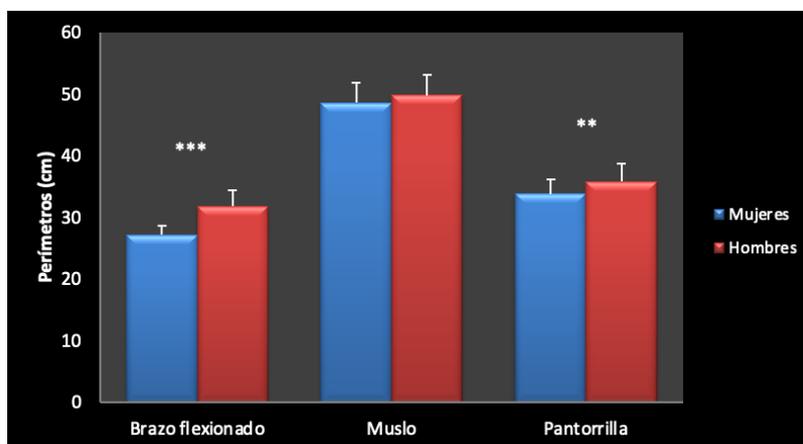


FIGURA 45. Distribución de los perímetros corporales por género. *** $p < 0,001$; ** $p < 0,03$

El análisis de los pliegues cutáneos (Figura 46) revela mayores valores en las jugadoras en todas las variables consideradas, siendo estas diferencias estadísticamente significativas para los pliegues del tríceps ($p < 0,01$), subescapular ($p < 0,05$), supraespinal ($p < 0,03$), abdominal ($p < 0,03$), muslo medio ($p < 0,001$) y pantorrilla ($p < 0,001$), así como para el Σ de 6 pliegues ($p < 0,001$).

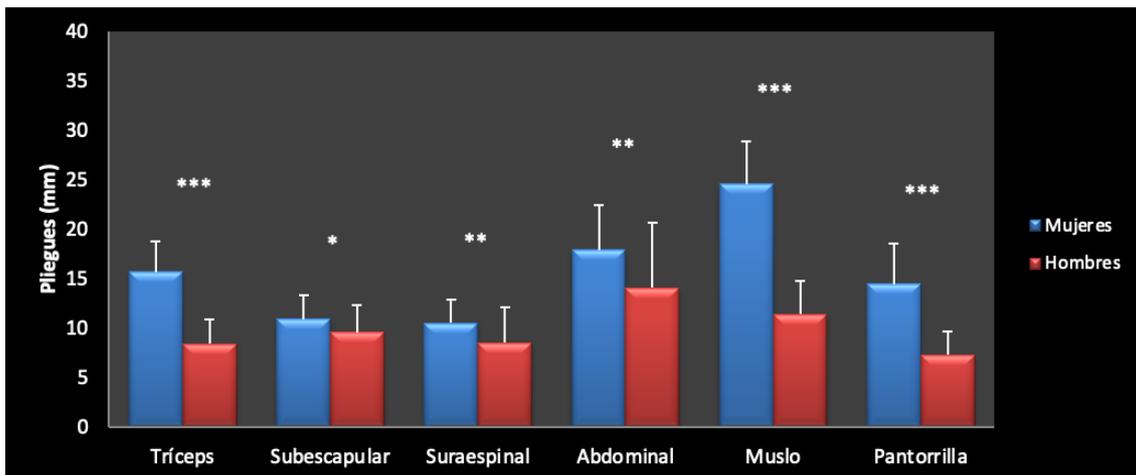


FIGURA 46. Distribución de los pliegues cutáneos por género. ***p<0,001; **p<0,03; *p<0,05

6.2. Composición corporal y somatotipo

El análisis del somatotipo (Figura 47) pone de manifiesto un mayor componente endomórfico en las jugadoras (p<0,001) y un mayor componente mesomórfico en los jugadores (p<0,001), no apreciándose diferencias en la ectomorfia.

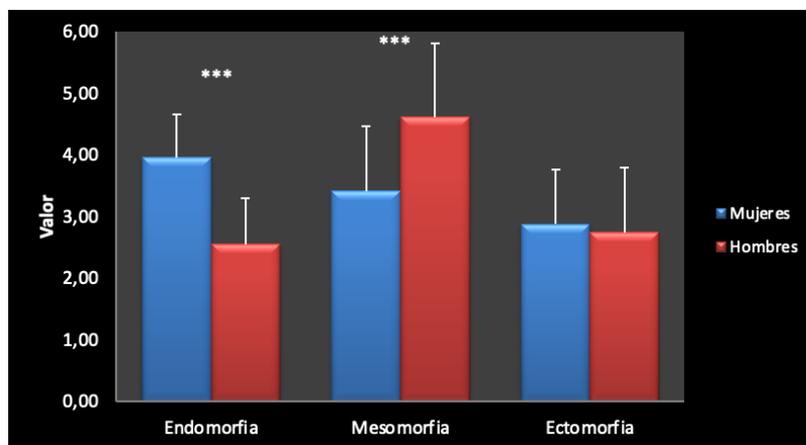


FIGURA 47. Distribución del somatotipo por género. ***p<0,001

Los resultados correspondientes al análisis antropométrico de las variables relacionadas con la composición corporal (masa ósea, residual, grasa y muscular), se presentan en la tabla 26 expresadas en peso (kg) y en porcentajes (%).

Resultados

Se han hallado diferencias estadísticamente significativas entre jugadores y jugadoras en todas las variables analizadas (Figura 48), especialmente en la masa residual ($p < 0,001$), en los componentes grasos y musculares ($p < 0,001$), y en menor medida en la masa ósea ($p < 0,02$).

TABLA 26. Análisis antropométrico: composición corporal (M \pm DT)

	Hombres (n=24)	Rango	Mujeres (n=24)	Rango	p
Peso (kg)					
Óseo	11,63 ($\pm 1,5$)	8,5-14,5	9,28 ($\pm 0,8$)	7,4-11,2	0,015**
Residual	16,89 ($\pm 2,2$)	12,2-21,6	11,96 ($\pm 1,2$)	10,1-14,6	0,001***
Graso	8,55 ($\pm 2,5$)	5,2-14,7	11,31 ($\pm 2,1$)	8,1-15,8	0,001***
Muscular	33,05 ($\pm 3,7$)	24,8-39,4	24,65 ($\pm 2,9$)	19,9-31,0	0,001***
Porcentaje (%)					
Óseo	16,66 ($\pm 1,5$)	12,8-19,0	16,35 ($\pm 1,7$)	12,2-19,0	0,534
Residual	24,1 ($\pm 0,0$)	24,1-24,1	20,90 ($\pm 0,0$)	20,9-20,9	0,001 μ ***
Graso	11,99 ($\pm 2,1$)	9,3-16,4	19,65 ($\pm 2,1$)	15,7-24,1	0,001***
Muscular	47,25 ($\pm 1,57$)	43,4-50,2	43,08 ($\pm 2,3$)	39,4-47,4	0,001 μ ***

^μ Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney. *** $p < 0,001$; ** $p < 0,02$

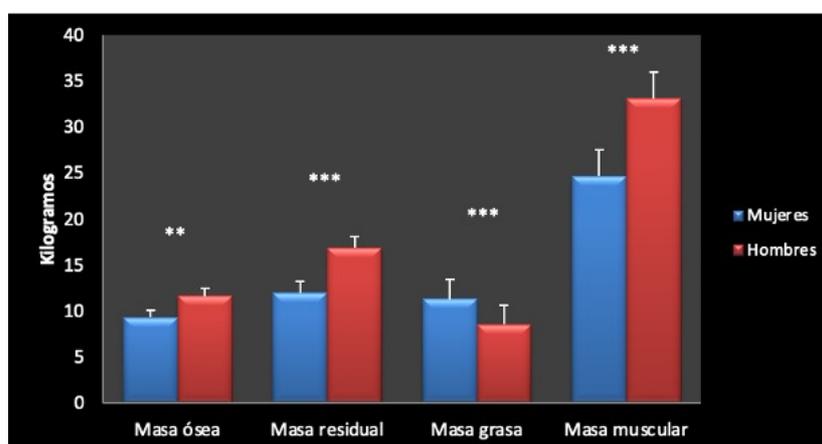


FIGURA 48. Distribución de la masa corporal por género. *** $p < 0,001$; ** $p < 0,02$

El análisis de los porcentajes corporales (Figura 49), pone de manifiesto diferencias significativas entre géneros para la masa residual, grasa y corporal ($p < 0,001$).

Se aprecian porcentajes del componente muscular más elevados en los jugadores (47,2 \pm 1,5 vs. 43,08 \pm 2,3), y del componente graso en las jugadoras (19,6 \pm 2,1 vs. 11,99 \pm 2,1).

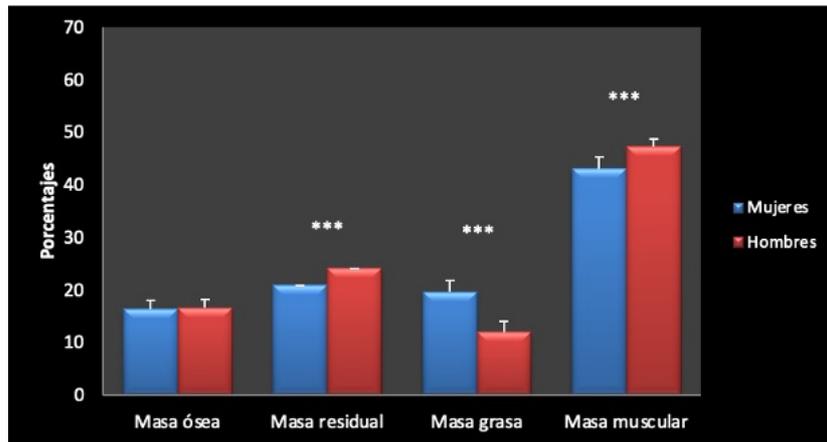


FIGURA 49. Distribución del porcentaje corporal por género. ***p<0,001

CAPÍTULO VIII

DISCUSIÓN

SUMARIO DEL CAPÍTULO VIII

DISCUSIÓN

CAPÍTULO VIII. DISCUSIÓN

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: ASPECTOS TÉCNICOS Y TÁCTICOS

2.1. Aspectos técnicos

2.2. Aspectos tácticos

3. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS CONDICIONALES

3.1. Fuerza isométrica máxima de las extremidades superiores

3.2. Fuerza activa y reactiva de las extremidades inferiores

3.3. Tiempo de reacción y velocidad de desplazamiento

4. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y METABÓLICOS

4.1. Estructura temporal

4.2. Parámetros fisiológicos

4.3. Parámetros metabólicos

5. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS

5.1. Medidas corporales

5.2. Composición corporal

“Nos encontramos con un deporte en plena expansión, en el que se están realizando diferentes estudios científicos sobre posibles modificaciones de juego en un futuro a corto plazo, en beneficio del espectáculo deportivo, en un deporte ya de por sí espectacular

MIRÓ (2009)

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El análisis de las características generales de la muestra pone de manifiesto importantes diferencias entre hombres y mujeres, relacionadas directamente con un dimorfismo sexual, característico del biotipo específico y propio expresado por cada género (Lewis et al., 1986; Cox y Calsbeek, 2010; Kirchengast, 2010).

Los jugadores muestran valores superiores en las variables masa, talla e IMC. La altura media de los jugadores fue superior al de las jugadoras de manera similar a los datos presentados para este deporte por Lentini et al. (2004) en jugadores de élite argentinos, por Allen (1991) en jugadores de alto nivel australianos, y por Pradas et al. (2013) en jugadores de alto nivel españoles. Sin embargo, estos valores son inferiores en comparación con otros deportes de raqueta como el bádminton (Faccini y Dal Monte, 1996), y el tenis de alto nivel y profesional (Barbaros-Tudor, Matkovic, y Rupcic, 2011; Hornery, Farrow, Mujika, y Young, 2007). En el caso del squash de alto nivel los datos son muy variables, encontrándose la talla de los jugadores analizados en esta investigación comprendidas dentro del rango descrito para este deporte (Chin, Steininger, So, Clark, y Wong, 1995; Todd y Mahoney, 1995; Johansen y Jensen, 1999).

La talla de las jugadoras son parecidas a las halladas por Allen (1991) y por Pradas et al. (2013) en tenis de mesa, y por Dias y Ghosh (1995) y Hughes (1995) en bádminton, pero inferiores a las descritas para el tenis (Smekal et al., 2001). Parece ser que la altura no es un componente esencial determinante para obtener el éxito deportivo en el tenis de mesa (Pradas et al., 2013). No obstante, una envergadura elevada y segmentos corporales con palancas articulares largas, que posean una buena coordinación intramuscular y poco peso corporal, podrían favorecer el desarrollo de una máxima fuerza explosiva, y por ende la posibilidad de realizar desplazamientos segmentarios o globales muy rápidos, alcanzando elevadas velocidades que favorecen el rendimiento en este deporte (Pradas, 2002).

El estudio de la masa corporal en los jugadores de tenis de mesa analizados revela valores parecidos a los encontrados en una muestra de jugadores españoles de

élite de categoría junior (Martínez et al., 2009) y absoluta (Pradas et al., 2013), siendo inferiores a los descritos para este deporte en otras investigaciones de índole similar (Allen, 1991; Lentini et al., 2004). Si comparamos los datos obtenidos con los hallados en otros deportes de raqueta y pala, se aprecia que las jugadores profesionales de tenis y de bádminton de élite presentan valores inferiores de masa corporal (Omosegaard, 1996; Ooi et al., 2009). En squash sucede lo mismo que se ha mencionado anteriormente para la variable estatura, ya que sus resultados son algo heterogéneos, pero se encuentran comprendidos dentro del rango obtenido para el tenis de mesa (Chin et al., 1995; Pyke et al., 1974; Girard, et al., 2005).

Los resultados de masa corporal de las jugadoras coinciden con los hallados en jugadoras de alto nivel australianas (Allen, 1991) y de élite españolas (Pradas et al, 2013), siendo algo superiores a los encontrados en una muestra de jugadores españolas de élite de categoría junior (Martínez et al., 2009). Si revisamos otros deportes, se aprecia que los valores de masa corporal en tenis de mesa se hallan por debajo de los alcanzados en jugadoras de élite de la selección danesa de bádminton (Omosegaard, 1996), y bastante alejados de los registrados en jugadoras de tenis austríacas de alto nivel (Smekal et al., 2001). En el tenis de mesa un peso corporal excesivo puede generar una clara desventaja frente al adversario produciéndose un efecto negativo sobre el rendimiento físico y el técnico-táctico, que se va acentuando a medida que transcurre la competición (Chin et al., 1995). Masas corporales elevadas, en especial con un elevado componente graso, pueden disminuir el rendimiento para realizar desplazamientos específicos (Pradas et al, 2013), al tener que realizar esfuerzos musculares del tren inferior mayores y muy severos, por el grado de aceleración y desaceleración que se requiere en este deporte para posicionarse correctamente, golpear el móvil y regresar a la posición ideal, todo ello a máxima velocidad (Pradas et al., 2005).

Las variables fisiológicas analizadas en ambos géneros durante la prueba de esfuerzo máximo, pusieron de manifiesto registros cardíacos de $FC_{m\acute{a}x}$ muy similares, aunque algo ligeramente superior en las jugadoras, de manera similar a la variable VT_2 que también registra un valor levemente superior, mientras que los mayores valores

de $VO_{2m\acute{a}x}$, de VT_1 y de respuesta metabólica, valorada a través del análisis de LA, fue para los jugadores varones. Asimismo, la carga máxima movilizada durante la ergometría, expresada en $V_{m\acute{a}x}$, fue también superior en los jugadores masculinos al compararlos con las jugadoras. No se han encontrado investigaciones en las que se valore VT_1 , VT_2 , ni la carga máxima movilizada en $V_{m\acute{a}x}$, en jugadores de tenis de mesa de ambos géneros durante la realización de una ergometría.

El $VO_{2m\acute{a}x}$ está considerado como el marcador ideal para conocer la condición física aeróbica de un jugador (Kondrič et al., 2013). En este sentido, estudios realizados en jugadores de élite asiáticos y europeos han revelado niveles de $VO_{2m\acute{a}x}$ situados entre los 43,9-67,9 $ml.kg.min^{-1}$ (Allen, 1991; Baron et al., 1992; Faccini et al., 1989; Orfeuill, 1982; Suchomel 2010; Yuza et al., 1992), valores comprendidos dentro de los hallados en este estudio para hombres, no existiendo en la literatura especializada consultada valores de referencia para mujeres.

La respuesta cardiaca es otro de los parámetros relevantes y más investigados en el tenis de mesa (Kondrič et al, 2013; Leso et al., 1982; Orfeuill, 1982; Yuza et al., 1992; Zagatto et al., 2010). El análisis de esta variable resulta de gran interés para comprender la exigencia fisiológica, a nivel de carga física, a la que se someten los jugadores durante un partido. Los valores obtenidos por los jugadores se encuentran dentro de los descritos en diferentes investigaciones (Djokić, 2003; Kasai et al., 2010), no encontrándose datos de referencia para el tenis de mesa femenino.

Por último, la concentración plasmática de LA se puede considerar como un adecuado marcador para determinar el grado de sollicitación metabólica. El análisis de los datos obtenidos indica que existen diferencias ente hombres y mujeres, siendo la tolerancia al LA superior en los jugadores, posiblemente debida a una menor descarga física de las mujeres, debido a la menor fuerza muscular que tienen con respecto al hombre (García, García, y Rodríguez, 1988). Sin embargo, no se han podido encontrar investigaciones de referencia en donde se indiquen los valores máximos de LA obtenidos por jugadores de tenis de mesa de ambos géneros en laboratorio, durante la realización de una ergometría máxima.

2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: ASPECTOS TÉCNICOS Y TÁCTICOS

2.1. Aspectos técnicos

La técnica se encuentra considerada como la variable de entrenamiento más importante en el tenis de mesa. Dentro de la planificación deportiva de un jugador, atendiendo al momento de la temporada en el que se encuentre, el trabajo técnico podría comprender desde un 30% hasta un 80% de la preparación total necesaria (Billi, 1984).

Los golpes y los desplazamientos son los aspectos técnicos principales en este deporte, encontrándose ambos estrechamente vinculados. Sin duda alguna, para efectuar correctamente una determinada técnica, resulta indispensable realizar diferentes movimientos con el tren inferior, con la intención de garantizar una buena posición del cuerpo en el espacio respecto a la pelota, permitiendo alcanzar un mayor equilibrio y estabilidad en el golpeo (Malagoli, Lobietti, y Merni, 2007).

La continua evolución sufrida por este deporte y los cambios reglamentarios introducidos durante las dos últimas décadas, han provocado importantes modificaciones sobre la dinámica de juego, obligando a entrenadores y jugadores a adaptarse a este nuevo escenario deportivo, desarrollando técnicamente nuevas formas de golpear (Deniso, Fruscione, y Quintiliani, 1992).

En la competición masculina se realiza un mayor número de golpes que en la femenina. Sin embargo, las jugadoras golpean más veces la pelota que los jugadores durante los tantos disputados en una jugada. Estos resultados son similares a los descritos para la modalidad masculina (Malagoli, Di Michele, y Merni, 2014; Leite et al., 2017). Sin embargo, los resultados pertenecientes a la modalidad femenina no se pueden comparar al no haber encontrado datos de referencia actualizados en la literatura especializada consultada.

Por otro lado, las acciones de juego realizadas mediante ejecuciones técnicas del lado de derecha, predominan en ambos géneros sobre las efectuadas con el lado de revés (Malagoli et al., 2014; Leite et al., 2017; Pradas et al., 2015), aunque las jugadoras utilizan de forma más equilibrada ambos lados de la pala que los jugadores. Es probable que las mujeres puedan usar ambos lados para realizar un ataque con efecto liftado contra la pelota con efecto cortado, mientras que los hombres podrían buscar oportunidades para hacer un golpeo más fuerte con un efecto de derecha (Bańkosz, Winiarski, y Malagoli, 2020), utilizando con mayor frecuencia que las mujeres el recurso del pivote.

El topspin es el tipo de golpeo más frecuentemente utilizado por ambos géneros en las competiciones (Pradas et al., 2015). Esta técnica permite mantener la iniciativa en el juego, siendo considerada como la más agresiva que se puede aplicar para golpear la pelota a alta velocidad y con una elevada rotación (Qian, Zhang, Baker, y Gu, 2016; Poizat, Thouvarecq, y Séve, 2004). La técnica del flip es utilizada en mayor medida en la competición masculina. Este mini golpe depende de diferentes habilidades perceptivo-motrices, así como de la capacidad técnica de acelerar de manera importante la pala, siendo esta variable considerada como un factor relevante que afecta los niveles de rendimiento durante el juego (He et al., 2020), en especial en el realizado dentro de la mesa. Las diferencias encontradas en este tipo de golpeo entre géneros podrían explicarse por el biotipo, ya que por un lado una gran envergadura facilita el acceso a pelotas cortas, y por otro lado, importantes masas musculares del tronco, la cadera y la cintura escapular pueden brindar la oportunidad de generar mayor fuerza y aceleración a los jugadores.

En este sentido, Iino (2009) en su investigación destacó la importancia de las variables relacionadas con la aceleración de la pala, en lugar de la velocidad en el impacto contra las pelotas con efecto cortado, como sucede al utilizar la técnica del flip sobre servicios realizados a las zonas 1 y 2. La capacidad de acelerar la pala en menos tiempo es uno de los factores importantes para el golpe de derecha contra el efecto cortado (Iino, 2009), por lo que se corroboraría lo expuesto anteriormente, y se podría dar respuesta al por qué en la competición femenina existe un mayor uso de la

técnica del corte, sobre pelotas cortas, mientras que en la competición masculina se utiliza más la técnica del flip ante este tipo de situaciones de juego.

2.2. Aspectos tácticos

La táctica es otro de los aspectos fundamentales del tenis de mesa, estimándose que puede suponer entre un 10% y un 60% de la preparación total de un jugador (Billi, 1984). Resulta difícil describir unos indicadores para definir la táctica en este deporte, no existiendo un consenso claro y homogéneo para determinar, clasificar y analizar las acciones tácticas que lo caracterizan. De esta manera, algunos autores se centran en el estudio de la efectividad de los golpes, el tipo de error, el lugar de bote de la pelota en la mesa, la duración de las fases de juego y el resultado obtenido (Djokić, 2002; Zhang y Hohmann, 2004; Wang y Xueling, 2007; Wu y Escobar, 2007; Malagoli, Lobiatti, y Merni, 2010). Algunos autores distinguen la táctica de manera diferente clasificando los golpes en ganadores, transitorios y perdedores (Hao, Tian, Hao, y Song, 2010). Por último, otros indicadores importantes identificados para analizar la táctica, se basan en estudiar la secuencia de golpes, el vínculo entre la ejecución del servicio y el golpeo siguiente, y los denominados golpes con suerte (Wu y Escobar, 2007). Ante esta algo indeterminada situación de la táctica en el tenis de mesa, resulta ciertamente complejo poder discutir los datos obtenidos, como consecuencia de la importante diversidad existente a la hora de abordar de manera objetiva la táctica en este deporte.

Las acciones de juego ganadoras y perdedoras, y en consecuencia las técnicas ganadoras y perdedoras, tienen en ambos géneros una vinculación directa con el servicio efectuado y con el resto (Tamaki y Yoshida, 2020), además de con la distancia de la mesa a la que se golpea, y con la fase de juego que se esté desarrollando, ya sea de defensa o de ataque (Munivrana, Petrinović, y Kondrič, 2015). Por otro lado, parece ser que en el estilo de juego ofensivo se cometen más errores que en el defensivo (Tamaki y Yoshida, 2020). En esta investigación se han considerado de manera individual los indicadores tácticos descritos, por lo que no se pueden comparar los resultados obtenidos al no poder relacionarse como secuencias de juego.

Las acciones de juego asociadas a jugadas ganadoras y perdedoras coinciden con los estudios realizados, siendo en ambos casos y en los dos géneros la técnica del topspin, considerada como una acción técnica de riesgo, con la que se producen más fallos, y a su vez también se manifiesta como la más efectiva en esta investigación, así como en otras de referencia (Wenninger y Lames, 2016; Djokić, Munivrana, y Levajac, 2017). El corte y el flip se presentan como las acciones de resto con las que menos errores se cometen en la competición masculina (Malagoli et al., 2014; Djokić et al., 2017), coincidiendo con lo hallado en esta investigación. No se han encontrado investigaciones actuales con las que comparar los indicadores tácticos correspondientes a la dirección y zona de juego, al aplicar los investigadores sistemas notacionales diferentes al utilizado en este estudio (Baca, Baron, Leser, y Kain, 2004; Wu y Escobar, 2007; Malagoli, Di Michele, y Merni, 2011), por lo que no se pueden discutir los resultados obtenidos para estas acciones tácticas.

Recientes estudios realizados sobre la ubicación del servicio en jugadores de élite, ponen de manifiesto que los hombres dirigen sus saques hacia las zonas centrales de la mesa, de manera similar a lo hallado en esta investigación (Djokić, Malagoli, Katsikadelis, y Straub, 2020). En cuanto al tipo de resto y la zona de juego sobre la que se ubica esta acción táctica, Djokić (2006), señala que es muy diversa, y que depende de diferentes variables, como la zona en donde bota el servicio, el estilo de juego desarrollado por el jugador o la jugadora, y del tipo de revestimiento utilizado en la pala. En esta investigación se ha considerado únicamente la zona de resto por lo que no puede compararse con otros estudios de referencia. No se han encontrado investigaciones actuales que describan estos indicadores tácticos en el juego femenino.

3. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS CONDICIONALES

3.1. Fuerza isométrica máxima de las extremidades superiores

La fuerza isométrica máxima de la extremidad superior, tanto del lado dominante como del no dominante, ha presentado diferencias significativas entre géneros ($p < 0,001$). Estas diferencias son semejantes a otros trabajos donde se han registrado valores similares (Pradas, Vargas, Herrero, y Ortega, 2006). Picabea et al. (2017) en su estudio en jugadores de tenis de mesa describieron diferencias entre género, aunque sin distinguir el lado dominante del no dominante. Sin embargo, Martínez, Carrasco, Alcaraz, Pradas y Carrillo (2009), en una investigación realizada en jugadores de tenis de mesa en edad pospuberal, sí tuvieron en consideración la lateralidad, diferenciándola en sus resultados, obteniendo diferencias en ambas extremidades al comparar a ambos géneros, de manera similar a los datos obtenidos por Carrasco et al. (2010) en jóvenes jugadores de élite, de manera similar a lo hallado en esta investigación. Estudios como los desarrollados por Pradas et al. (2006), destacan que los jugadores que poseen un estilo de juego ofensivo manifiestan índices mayores de fuerza isométrica máxima en la extremidad superior, tanto dominante como no dominante, que los que desarrollan un estilo de juego defensivo. Sin embargo, en este estudio no se ha podido realizar este tipo de análisis, por la falta de potencia estadística al existir muy pocos jugadores que presentan este tipo de estilo de juego.

Los registros obtenidos sobre la fuerza manual en tenis de mesa son inferiores a los descritos en otros deportes de raqueta y pala. Así, Fernández-Fernández, Ulbritch y Ferrauti (2014) registraron valores de fuerza dinamométrica máxima en el lado dominante mayores en jugadores de tenis sub-18, tanto en hombres (488 vs. 463 N) como en mujeres (350 vs. 283 N), siendo más acusadas las diferencias en las jugadoras. En este sentido, Pačes, Zháněl, Černošek y Vodička (2016) describieron registros en jugadoras de tenis de 13 a 15 años de 285 N y 283 N, muy similares a los valores obtenidos por las mujeres en esta investigación. De la misma manera, los jugadores de tenis de mesa, tanto hombres como mujeres, presentan valores inferiores tanto para

el lado dominante como el no dominante, al compararlos con una muestra de jugadores y jugadoras de pádel de élite (Pradas et al., 2016). Las evidentes diferencias de fuerza existentes entre géneros pueden encontrarse relacionadas con los menores niveles de concentración de testosterona que poseen las mujeres (Bosco, 2000).

Partiendo de estos hallazgos, parece evidente pensar que la fuerza del antebrazo necesaria para la ejecución de los diferentes golpes en tenis, bádminton o pádel es mayor respecto a la necesaria en el tenis de mesa. Estas diferencias pueden estar asociadas a una mayor necesidad de niveles de fuerza debido al mayor peso del implemento a manejar así como del móvil a golpear (Pradas, Castellar, y Quintas, 2017). Sin embargo, unos gradientes adecuados de fuerza isométrica máxima parecen ser positivos, junto con una correcta técnica de golpeo, tanto en el tenis de mesa como en otros deportes de raqueta y pala (Baiget, 2011; Pradas et al., 2005).

La fuerza de prensión manual necesaria para manipular la pala y adaptarse a los repetidos y continuos impactos que se producen al golpear la pala contra la pelota, son dos elementos determinantes que justifican la importancia de mantener unos niveles adecuados de fuerza del antebrazo. Índices bajos de fuerza isométrica máxima se relacionan con la aparición de síntomas de fatiga neuromuscular, que pueden influenciar de manera negativa sobre una correcta ejecución biomecánica, y por ende en su expresión técnica (Pradas et al., 2006). Mantener un óptima capacidad de esta cualidad puede permitir retrasar la fatiga, evitando cometer errores no forzados y mantener un adecuado rendimiento técnico a lo largo de todo el partido (Pradas et al., 2017).

3.2. Fuerza activa y reactiva de las extremidades inferiores

La evaluación del comportamiento de la fuerza del tren inferior en su manifestación activa (explosiva) y reactiva (elástico-explosiva) resulta de gran interés en este deporte. La valoración de estas manifestaciones de la fuerza se ha realizado a través de la aplicación del test SJ y CMJ de la batería de Bosco (1994), evaluando tanto el tiempo de vuelo (ms) como la altura del salto (cm). Los resultados obtenidos han

mostrado diferencias entre jugadores y jugadoras ($p < 0,001$), siendo los registros en ambas manifestaciones superiores en los hombres, de manera similar a lo hallado en diferentes investigaciones (Pradas et al., 2005; Pradas, Castellar, y Ochiana, 2013). Los registros de fuerza obtenidos para estas variables son superiores a los obtenidos por jugadores universitarios de Colombia (Caro, Monroy, y Agudelo, 2016), tanto en el SJ como en el CMJ. Picabea et al. (2017) hallaron en un estudio comparativo entre géneros valores ligeramente inferiores en el CMJ para los hombres y ligeramente superiores en las mujeres, sin embargo estos resultados no pueden ser considerados porque los protocolos del test eran diferentes, ya que se contaba con la ayuda de los brazos.

Si se comparan los resultados de esta investigación con otros deportes de raqueta y pala, se puede apreciar que el tenis de mesa presenta mejores valores que el pádel de alto nivel, en particular para el SJ en la muestra femenina (Castellar, Pradas, Quintas, Arracó, y Blas, 2015). Sin embargo, en el tenis masculino se registraron valores mayores para el CMJ que en el tenis de mesa (Fernández-Fernández et al., 2014), sucediendo de manera similar en el bádminton (Fuchs, Faude, Wegmann, y Meyer, 2014). Estas diferencias entre géneros pueden ser explicadas por una mejor capacidad neuromuscular y de coordinación del tren inferior en los hombres (Bosco, 2000). Por otro lado, de manera similar a lo indicado para la fuerza isométrica máxima, los jugadores con un estilo de juego ofensivo obtienen mejores registros que aquellos que presentan un estilo de juego defensivo (Pradas et al., 2005), sin embargo, en esta investigación no se ha podido considerar esta variable en el análisis, por la escasa presencia de jugadores que desarrollaban este estilo de juego, aunque resultaría de gran interés realizar este tipo de asociación.

3.3. Tiempo de reacción y velocidad de desplazamiento

La relación entre el estímulo ocular y el tiempo transcurrido para que ocurra un movimiento en un segmento corporal determinado, ya sea de la extremidad superior o inferior, ha sido investigado en el deporte del tenis de mesa (Hung, Spalding, Maria, y Hatfield, 2004; Lenoir et al., 2000; Piras, Lanzoni, Raffi, Persiani, y Squatrito, 2016;

Piras, Raffi, Lanzoni, Persiani, y Squatrito, 2015), debido a su importancia para establecer un programa motor de respuesta de calidad ante la velocidad a la que se desplaza la pelota durante el juego (Castellar, Pradas, Carrasco, de la Torre, y González-Jurado, 2019). En este sentido, la velocidad, entendida como la capacidad para reaccionar rápidamente ante un estímulo visual, es una variable considerada de gran importancia para alcanzar un óptimo rendimiento en este deporte (Akpınar et al., 2012; Hülsdünker, Ostermann, y Mierau, 2019), por las ajustadas dimensiones que tiene la mesa de juego y la elevada velocidad a la que se desarrolla, siendo considerada como una de las disciplinas deportivas más rápidas que existen (Toriola, Toriola, y Igbokwe, 2004).

Los resultados obtenidos en esta investigación señalan que los jugadores presentan una mejor velocidad de desplazamiento lateral hacia ambos lados, mientras que las jugadoras, reaccionan y aceleran más rápidamente que los jugadores a ambos lados, coincidiendo estos resultados con los hallazgos previos existentes en este deporte (Castellar et al., 2019). El tiempo de reacción está considerado como una de las manifestaciones reactivas más importantes en el rendimiento del tenis de mesa (Castellar et al., 2019), prueba de ello, a pesar de los escasos estudios existentes en donde se analicen estas variables en deportes de raqueta y pala (Akpınar et al., 2012), es que los jugadores de tenis de mesa, tanto hombres como mujeres, obtienen mejores resultados que jugadores de pádel de alto nivel (Pradas et al., 2016), reflejando aún más elevado dominio de las habilidades perceptivo-motrices que poseen los jugadores de tenis de mesa, probablemente relacionado con la velocidad a la que se desarrolla este deporte (Pradas, Carrasco, y Izaguerri, 2007).

4. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y METABÓLICOS

4.1. Estructura temporal

Para conocer con mayor precisión las demandas fisiológicas y metabólicas que implica la práctica del tenis de mesa, se hace necesario conocer previamente su dinámica de juego. En este sentido, describir parámetros de juego como la estructura temporal, atendiendo a los tiempos de actividad y de pausa total de los partidos, y los tiempos de esfuerzo y descanso de las jugadas, son variables de estudio de gran interés, y determinantes para conocer tanto el impacto orgánico que supone la práctica del tenis de mesa, como las posibles diferencias existentes entre géneros.

Cabe recordar que las reglas del tenis de mesa han cambiado considerablemente en los últimos veinte años, modificándose aspectos tan importantes como el tamaño de la pelota, aumentando de 38 a 40 mm, disminuyendo el número de tantos a disputar por partido, recortándose de 21 a 11 puntos por juego, y otros cambios significativos como la incorporación de un tiempo muerto. Todas estas variaciones han supuesto la creación de un tenis de mesa más moderno, en donde se ha visto afectada su dinámica de juego y su estructura temporal, por lo que se hace necesario analizar las implicaciones de este nuevo contexto deportivo.

Investigaciones realizadas en donde se aborda la duración total de los partidos de tenis de mesa, disputados al mejor de 7 juegos en competiciones regionales, nacionales y olímpicas, señalan que la duración de la competición masculina se sitúa entre los 8 y los 38 min, mientras que la competición femenina lo hace entre los 9 y los 41 min (Katsikadelis, Pilianidis, y Vasilogambrou, 2007; Pradas et al., 2011; Pradas et al., 2014; Zagatto et al., 2010). Autores como Kasai, Akira, Eung, y Mori (2010), señalan que la duración de un partido masculino en jugadores japoneses oscila en torno a los 30 min, pudiendo alcanzar incluso en los jugadores de élite mundial hasta un máximo de 45 min (Leite et al., 2017). Los resultados encontrados en esta investigación se

encuentran en consonancia con los estudios revisados al situarse la competición femenina en $24,5\pm 9,06$ min y la masculina en $37,6\pm 16,3$ min.

Como se puede apreciar la duración de los partidos presenta un rango temporal amplio. Estas variaciones de la estructura temporal de un partido, como destacan diferentes autores, se puede deber a diversos parámetros que influyen sobre la variable temporal, como puede ser el nivel de exigencia de la competición (local, regional, nacional o internacional), la modalidad de la competición (disputada al mejor de 5 ó 7 juegos), la fase de la competición en la que se encuentren los jugadores (rondas previas, octavos de final, cuartos de final, semifinales y final), el nivel de los jugadores analizados (amateurs, universitarios, profesionales), e incluso el tipo de juego más o menos defensivo que predomine en la competición (Leite et al., 2017; Yuza et al., 1992; Zagatto et al., 2010).

Otro valor de referencia importante a considerar dentro del análisis de la estructura temporal, y que permite cuantificar la carga física que suponen los esfuerzos que se producen en el tenis de mesa es la duración de las jugadas. Katsikadelis et al. (2007) encontraron durante los Juegos Olímpicos de Atenas 2004 tiempos de juego por jugada de $4,18\pm 0,75$ s en jugadores y de $5,04\pm 0,81$ s en jugadoras. Resultados similares fueron obtenidos durante las Olimpiadas de Pekín 2008, en donde se encontraron unas duraciones de las jugadas comprendidas entre los 5,0-7,3 s en la competición femenina y de 4,5-5,3 s en la masculina (Katsikadelis, Pilianidis, y Misichroni, 2010). Los resultados descritos en la literatura especializada ponen de manifiesto la existencia de una mayor duración de las jugadas en la competición femenina, de manera similar a lo hallado en esta investigación, aunque con valores algo inferiores a los descritos, con jugadas de una duración de $4,3\pm 1,0$ s en jugadoras y de $3,6\pm 0,3$ s en jugadores (Pradas et al., 2013; Pradas et al., 2014). Estas diferencias podrían explicarse por el alto nivel de los deportistas estudiados, por el estilo de juego desarrollado, con una mayor diversidad de juegos mixtos y defensivos, y también por el tipo de competición analizada, siendo las Olimpiadas y los Mundiales, consideradas como las mejores a nivel internacional y en donde participan los deportistas que conforman la élite mundial.

Si se compara la estructura temporal obtenida en tenis de mesa, respecto a otros deportes de raqueta y pala, se puede apreciar que en el bádminton los tiempos por jugada son superiores, alcanzando valores de 6,8 s en la competición masculina y de 4,3 segundos en la femenina (Fernández-Fernández, de la Aleja, Moya-Ramón, Cabello- Manrique, y Méndez-Villanueva, 2013). De manera similar, en el tenis la duración de los puntos de nuevo se presenta superior respecto al tenis de mesa, con tiempos de juego de 5,2 s en la modalidad masculina y de 7,1 s en la femenina (O'Donoghue, y Ingram, 2010), siendo para la modalidad del tenis playa de 3,9 s (Sánchez-Alcaraz y Gómez-Mármol, 2013). En el pádel, la duración es también superior respecto al tenis de mesa, con valores de esfuerzo en las jugadas comprendidos entre los 9,3-11,7 s en hombres y de 9,6-13,03 s en mujeres (Pradas et al., 2015; Torres-Luque, Ramírez, Cabello-Manrique, Nikolaidis, y Alvero-Cruz, 2015). Por último, en el raquetbol los tiempos de esfuerzos también son superiores siendo en la competición masculina de 7,2 s (Salmoni, Sidney, Michel, Hiser, y Langlotz, 1991).

Teniendo en consideración los datos obtenidos en las jugadas, en cuanto a tiempos de actividad y descanso, se puede comprobar que la ratio trabajo-descanso es de 1:3 y 1:2 en el tenis de mesa masculino y femenino respectivamente. Los registros temporales obtenidos en este estudio indican una densidad de esfuerzo mayor en el juego de individual femenino ($0,32\pm 0,28$) que en el masculino ($0,21\pm 0,17$). Los resultados analizados en esta investigación se encuentran dentro de los descritos para el tenis de mesa masculino (Leite et al., 2017; Pradas Salvá, González-Jurado, y Vargas, 2015; Zagatto et al., 2010; Zagatto et al., 2016). Sin embargo, cabe destacar de nuevo que la densidad de juego también puede verse afectada por el nivel de juego de los jugadores, por el estilo de juego desarrollado y por el nivel y la fase de la competición en la que se analice, resultando en estos casos densidades muy variables que pueden oscilar desde los 0,12 hasta los 0,5 (Zagatto et al., 2017). No existen prácticamente investigaciones en donde se describan las densidades de juego del tenis de mesa femenino.

La densidad de juego del tenis de mesa hallada en esta investigación es inferior a la registrada en otros deportes de raqueta y pala como el tenis (Smekal et al., 2001; Kovacks, 2004) o el bádminton, en donde se han descrito valores de 0,53-0,57 en la competición masculina y de 0,47 en la femenina (Cabello y Padial, 2002; Chen, Wu, y Chen, 2011).

4.2. Parámetros fisiológicos

En el tenis de mesa la obtención de datos desde el punto de vista fisiológico, sin interferir durante el desarrollo de una competición, resulta prácticamente imposible. Para solucionar este problema se suelen diseñar partidos simulados en donde se reproducen las mismas condiciones que en una competición real, pero en un ambiente controlado de laboratorio. En la literatura científica se señala que los parámetros fisiológicos y metabólicos más analizados en este tipo de pruebas, suelen ser parámetros ventilatorios como los umbrales y el VO₂máx (Kasai, Dal Monte, Faccini, y Rossi, 1994; Kondrič et al., 2007; Zagatto et al., 2008a; Zagatto et al., 2008b), la respuesta cardíaca (Djokić, 2004; Kasai, Akira, Eung, y Mori, 2010; Allen, 1991; Yuza et al., 1992), y la concentración de LA en sangre (Melero et al., 2005; Morel y Zagatto, 2008).

Si analizamos a nivel fisiológico los estímulos que caracterizan esta disciplina deportiva, podemos comprobar que el tipo de juego que se desarrolla es de tipo intermitente, donde participan los dos tipos de metabolismo, el aeróbico-anaeróbico de manera alterna (Faccini et al., 1989). Según diferentes investigaciones el tenis de mesa se desarrolla en un marco metabólico en el que el componente aeróbico puede alcanzar valores del 30-50% del máximo teórico (Faccini et al., 1989; Shieh et al., 2010), e incluso en algunos momentos de la competición puede llegar a adquirir valores cercanos al 70% (Shepard y Astrand, 1996; Watanabe et al., 1992). En este sentido, la resistencia cardiorrespiratoria, relacionada con el desarrollo de los sistemas cardiovascular y respiratorio, y por lo tanto con el desarrollo aeróbico, resulta fundamental en un jugador de tenis de mesa para mantener una actividad prolongada en competiciones largas (Kasai et al., 2010).

Uno de los parámetros más importantes para conocer la demanda fisiológica del tenis de mesa y su potencia aeróbica es el $VO_{2m\acute{a}x}$ (Kondrič et al., 2013). El $VO_{2m\acute{a}x}$ es la máxima capacidad individual para transportar y utilizar el oxígeno, siendo considerado el marcador ideal para conocer la condición física aeróbica de un jugador. Estudios realizados en jugadores de élite asiáticos y europeos han revelado valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ situados entre los 43,9-67,9 ml.kg.min⁻¹ (Allen, 1991; Baron et al., 1992; Faccini et al., 1989; Orfeuill, 1982; Suchomel 2010; Yuza et al., 1992). Sin embargo, al revisar las publicaciones especializadas resulta sorprendente descubrir que no se han investigado ni descrito cuáles son los valores de referencia para las jugadoras. Los datos obtenidos en esta investigación para el género masculino se encuentran dentro de los niveles de referencia descritos, con valores de $53\pm 6,03$ ml.kg.min⁻¹, siendo en el caso del género femenino algo inferiores con $44,2\pm 5,6$ ml.kg.min⁻¹.

La respuesta cardiaca, ya sea en entrenamiento o en competición, ha sido desde sus orígenes otro de los parámetros más investigados en el tenis de mesa (Allen, 1991; Kondrič et al, 2013; Leso et al., 1982; Orfeuill, 1982; Püschel, 1978; Yuza et al., 1992; Zagatto et al., 2010). El análisis de esta variable resulta de gran interés para comprender la exigencia fisiológica cardíaca a la que se someten los jugadores durante un partido. El interés de la FC para el rendimiento en este deporte está demostrada, ya que la mayoría de los científicos deportivos han encontrado una relación positiva significativa, entre los niveles de los jugadores y las respuestas de la frecuencia cardíaca de los jugadores que presentan mejores recuperaciones (Djokić, 2009; Kordi, Teymori, y Heidary, 2009; Suchomel, 2010).

Investigaciones desarrolladas en competiciones oficiales y simuladas sitúan a la $FC_{m\acute{a}x}$ en un rango de 160-180 l.min⁻¹ en jugadores de género masculino (Djokić, 2004; Kasai et al., 2010). Estos resultados se encuentran en consonancia con los registros máximos obtenidos en esta investigación en la competición masculina, y que la sitúan en un pico máximo de 177 l.min⁻¹. No se han encontrado datos de referencia para el tenis de mesa femenino en la literatura especializada. Este estudio sitúa la respuesta cardíaca máxima en la competición femenina en una rango de 139-167 l.min⁻¹, con

registros medios de $155,4 \pm 8$ l.min⁻¹, siendo la respuesta cardíaca máxima inferior a la obtenida por los jugadores.

No obstante, hay que considerar que la FC_{máx} puede sufrir una gran variabilidad cardíaca (Suchomel, 2010), dependiendo del estilo de juego desarrollado en ambos géneros (ofensivo, mixto o defensivo), y de la situación técnico-táctica que se efectúe (Yuza et al., 1992; Kasai et al., 2010). Este hecho pone de manifiesto el tipo de esfuerzo físico al que los jugadores se ven sometidos durante los partidos, con acciones de juego que suponen a nivel físico un impacto muscular muy severo como consecuencia de la explosividad a la que se realizan (Pradas et al., 2005; Pradas et al., 2013).

El análisis de la FC_{med} es otra de las variables cardíacas habitualmente utilizadas para averiguar la intensidad del esfuerzo. Numerosas investigaciones realizadas con anterioridad a los cambios reglamentarios introducidos por la ITTF (2000), se han centrado en describir la FC_{med} de un partido, situándola en la competición masculina en un intervalo de 137-176 l.min⁻¹ (Allen, 1991; Kasai et al., 1994; Yuza et al., 1992), no existiendo datos de referencia sobre la competición femenina en la literatura consultada. En esta investigación se han hallado registros cardíacos medios de $138,8 \pm 12,1$ l.min⁻¹ en hombres y de $137,2 \pm 6,03$ l.min⁻¹ en mujeres, valores situados justo en el rango inferior descrito en estas investigaciones para la competición masculina, y con registros muy similares en la competición femenina. Estas diferencias encontradas en el tenis de mesa actual, de nuevo podrían estar ocasionadas por las modificaciones realizadas sobre los materiales de juego, modificándose el tamaño de la pelota, siendo en la actualidad de mayor diámetro, por lo que la velocidad de juego del tenis de mesa actual es inferior (Iimoto, Yoshida, y Yuza 2002; Liu, 2005; Tanget al., 2002; Zhang y Wu, 2000; Zhang y Hohmann, 2004), pudiendo influir de manera directa sobre la FC_{med} esta y otras modificaciones introducidas por parte de la ITTF (2000).

Un parámetro cardíaco más para poder valorar de forma más individualizada el esfuerzo realizado durante la competición es la utilización del porcentaje de la FC_{máx}. Allen (1991) y Yuza et al. (1992), en estudios efectuados con la extinta reglamentación en jugadores de élite australianos y japoneses señalaron que el %FC_{máx} en un partido

de alto nivel se encuentra en un rango del 71-86% de la $FC_{m\acute{a}x}$. De la misma forma, Suchomel (2010) y Zagatto et al. (2010), en partidos ya realizados con la actual reglamentación y disputados por jugadores de alto nivel con experiencia internacional, describieron valores de $FC_{m\acute{a}x}$ que alcanzaban un rango máximo algo inferior a los descritos en estudios anteriores, situando el $\%FC_{m\acute{a}x}$ entre el 78% y 81,2%, no encontrándose datos para la competición femenina. Los resultados obtenidos en esta investigación sitúan el esfuerzo en unos valores algo superiores a los descritos para la competición masculina, situándola en un valor del 84,6% de la $FC_{m\acute{a}x}$ en jugadores y en el 79,9% de la $FC_{m\acute{a}x}$ en jugadoras.

Por último, hay que destacar que también pueden existir otras variables objeto de análisis que se deberían tener en cuenta por su relevancia y repercusión sobre el esfuerzo cardiaco realizado en este deporte. En este sentido, la utilización de determinados materiales individuales de juego (maderas y revestimientos de caucho), que influyen de manera decisiva sobre la táctica o la técnica, el estilo de juego (ofensivo, defensivo, mixto) (Djokić, 2006; Dong, 2005; Martin et al., 2015; Milioni et al., 2018), y situaciones concretas de la competición, como el tanteo del marcador o el momento decisivo de juego que se disputa, como pueden ser tantos decisivos de juego en ventaja o el último juego del partido (Barchukova y Salanova, 1991), son variables psicofisiológicas que pueden inducir una alta reactividad cardiaca en condiciones de elevada dificultad y que pueden afectar de manera considerable a la FC y al VO_2 (Hoshino, 2013).

4.3. Parámetros metabólicos

Desde el punto de vista metabólico el tenis de mesa se encuentra clasificado, junto con la modalidad del dobles del tenis, dentro de un grupo de deportes considerado como de moderado-bajo impacto, atendiendo al sistema energético involucrado (Mitchell, Haskell, y Raven, 1994),

La concentración plasmática de LA se puede considerar como un adecuado marcador para determinar el grado de sollicitación metabólica del tenis de mesa.

Diversos autores situaron el umbral aeróbico en valores de lactato de 2 mmol.l⁻¹ y el anaeróbico en 4 mmol.l⁻¹ (Kinderman, Simon, y Keul., 1979; Londeree y Ames, 1975).

Recientes investigaciones realizadas en jugadores de alto nivel, indican que la respuesta láctica en el tenis de mesa se encuentra comprendida entre los 1,6-2,9 mmol.l⁻¹, con promedios de 1,7 mmol.l⁻¹ y picos máximos de 2,1 mmol.l⁻¹ (Melero, et al., 2005; Pradas et al., 2013; Sperlich et al., 2011; Zagatto et al., 2010). Estos resultados se encuentran dentro de los rangos hallados en esta investigación, en donde los jugadores alcanzaron un promedio de 1,9 mmol.l⁻¹ y picos máximos de 2,5 mmol.l⁻¹.

No se han encontrado publicaciones en donde se describa el impacto metabólico que supone la práctica del tenis de mesa sobre las jugadoras. No obstante, los valores obtenidos en la competición femenina en esta investigación son inferiores a los hallados para la competición masculina, con valores promedios de lactato de 1,5 mmol.l⁻¹ y máximos de 1,9 mmol.l⁻¹, poniendo de manifiesto diferencias plausibles entre el juego desarrollado entre mujeres y hombres, situándose la competición femenina a nivel metabólico en la zona próxima al umbral aeróbico, y la competición masculina en la zona de transición aeróbica-anaeróbica.

Sin embargo, estos valores hay que tomarlos con cierta cautela, ya que las tomas de lactato se toman al finalizar los diferentes juegos disputados y podría existir un aclaramiento, como consecuencia de las pausas de juego y del tiempo que transcurre entre la finalización de las jugadas y la extracción de la muestra. Hay que recordar la dificultad que entraña tomar muestras al finalizar cada jugada, que sería lo ideal para establecer unos niveles más reales de la carga metabólica que suponen las acciones de juego del tenis de mesa. Por otro lado, otro factor a considerar es el estilo de juego desarrollado, ya que parece ser que tiene una gran influencia sobre la respuesta metabólica. En este sentido, se han descrito niveles medios de LA de 4,7 mmol.l⁻¹ y picos máximos de 6,1 mmol.l⁻¹ en partidos donde se enfrenta un jugador ofensivo contra un defensivo (Martin et al., 2015).

Resulta importante destacar que, si bien se ha podido comprobar en esta investigación que el metabolismo anaeróbico aláctico es el sistema energético más utilizado durante los períodos de esfuerzo en un partido de tenis de mesa, los valores de $VO_{2máx}$ indican que una adecuada capacidad de resistencia es la que ayuda y posibilita que un jugador pueda recuperarse para afrontar de manera más eficaz y rápida el siguiente partido, así como para el siguiente día de competición (Kondrič, Zagatto, y Sekulić, 2013).

Los resultados obtenidos en cuanto a la respuesta fisiológica y metabólica indican que el sistema aeróbico proporciona más energía de salida, pero el sistema anaeróbico aláctico se ha revelado como el más importante en el periodo de esfuerzo (Zagatto et al., 2010), ya que como se ha podido comprobar durante un partido, tanto en la modalidad masculina como en la femenina, la energía obtenida del sistema anaeróbico láctico es muy baja, requiriendo una energía significativa tanto de los sistemas de energía anaeróbica aláctica como aeróbica (Zagatto et al., 2010).

5. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS: PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS

5.1. Medidas corporales

El estudio y análisis de las características antropométricas en los deportes de raqueta y pala ha despertado un gran interés por parte de los investigadores, en especial en deportes como el bádminton (Centeno et al., 1999; De Hoyo et al., 2007; Jaworsky y Zak, 2015; Biener y Oechslin, 1979; Abián et al., 2012), el squash (Alvero et al., 2006; Jaski y Bale, 1987; Mellor et al., 1995), el tenis (Juzwiak et al. 2008; Martínez-Rodríguez et al., 2015; Sánchez-Muñoz et al., 2007; Sanchis et al., 1998; Solanellas et al., 1996; Torres-Luque et al., 2006), y el pádel (Castillo-Rodríguez et al., 2014; Martínez-Rodríguez et al., 2015; Pradas et al., 2014; Pradas et al., 2019). Sin embargo, existe muy poca literatura en donde se investiguen las características antropométricas y el biotipo que caracteriza al tenis de mesa, en especial considerando a ambos géneros.

El análisis de los resultados obtenidos referentes a los parámetros antropométricos, confirma mayores diámetros óseos y perímetros corporales en los jugadores, salvo para el perímetro del muslo, en el que no se encontraron diferencias con las jugadoras, coincidiendo con los datos obtenidos por Pradas et al. (2013). Estos resultados ponen de manifiesto la importancia que tiene para el rendimiento en este deporte en ambos géneros las extremidades inferiores, por el grado de aceleración y desaceleración continua que requieren para posicionarse correctamente, golpear el móvil y regresar de nuevo a una posición ideal en el terreno de juego, todo ello a una máxima velocidad de desplazamiento (Pradas et al., 2005).

El estudio del perfil de los pliegues permite determinar la distribución de la grasa en cada deporte (Canda, 2012). De manera similar a lo hallado por Pradas et al. (2013), todos los pliegues cutáneos evaluados fueron inferiores en los hombres, siendo las diferencias más acusadas en las extremidades, como se indica en la literatura especializada (Malina y Bouchard, 1991), manifestándose las diferencias sexuales de forma más acentuada en los pliegues de las extremidades que en los del tronco (Pradas et al., 2013).

El sumatorio de 6 pliegues se comporta de forma parecida a lo descrito para los pliegues cutáneos, siendo este valor mayor para las jugadoras que los jugadores, con una media de $94,4 \pm 16,7$ mm y $59,4 \pm 17,3$ mm respectivamente. Los resultados hallados en este estudio son similares a los descritos por Pradas et al. (2013) en una muestra de jugadores de élite internacional, en donde se describieron sumatorios de $96 \pm 15,8$ mm y $58,6 \pm 18,3$ mm, encontrándose dentro de los rangos descritos por Allen (1991) en jugadores australianos, con valores de 79-102 mm en mujeres y de 53,2-63,7 mm en hombres. Sin embargo, estos datos son inferiores a los encontrados por Yáñez et al. (2015) en una muestra masculina de jugadores chilenos, donde encontraron un sumatorio de $78,1 \pm 21,6$ mm. Las diferencias encontradas entre jugadores y jugadoras se pueden explicar por un lado por la relación con el dimorfismo sexual existente entre hombres y mujeres (Lewis et al., 1986; Cox y Calsbeek, 2010; Kirchengast, 2010), y por otro lado, al comparar a sujetos de diferentes poblaciones (caucásicos, asiáticos,

americanos, etc.), ya que los niveles de grasa corporal son diferentes en función del grupo étnico (Deurenberg et al., 1998).

5.2. Composición corporal

Los resultados obtenidos en relación con la composición corporal demostraron un mayor porcentaje graso (%MG) en mujeres respecto a varones, y un porcentaje óseo más alto en el grupo de varones con respecto al de mujeres, datos que coinciden con otros estudios realizados en jugadores de tenis de mesa (Carrasco et al., 2010; Pradas et al., 2013), en los que se pone de manifiesto el predominio equilibrado de los componentes muscular y graso sobre el componente ectomórfico (Astrand, 1992).

Analizando con mayor detalle el porcentaje de masa grasa (%MG), se aprecia al comparar ambos géneros que se mantiene la misma tendencia encontrada para los pliegues cutáneos y el sumatorio de 6 pliegues, siendo el %MG inferior en los jugadores ($11,99\pm 2,1\%$) respecto a las jugadoras ($19,65\pm 2,1\%$). Estos datos coinciden en parte con investigaciones de referencia actuales de índole similar, como la realizada por Pradas et al. (2013) en donde se encontraron en jugadores valores de %MG de $12\pm 2,7\%$, de manera similar al hallado por Allen (1991).

La ausencia de investigaciones referentes a la distribución de la masa corporal en el tenis de mesa, hace necesario establecer comparaciones con otros deportes de raqueta y pala, para así poder situarlo y clasificarlo respecto a otras disciplinas en función de su %MG. Si comparamos los resultados obtenidos en esta investigación con los hallados para el tenis (Barbaros-Tudor et al., 2011; Groppe y Roetert, 1992), se aprecia un %MG en jugadores masculinos de alto nivel que apunta hacia valores en torno al 12%. En bádminton Majumdar et al. (1997) y Ooi et al. (2009), analizaron a jugadores pertenecientes al equipo nacional de la India y de élite de Malasia obteniendo resultados equivalentes de %MG. En el caso del squash se han encontrado valores de %MG algo inferiores oscilando desde los $7,4\pm 3,4\%$ hasta los $12,5\pm 4,7\%$ (Chin et al., 1995; Gibson, Lambert, Hawley, Broomhead, y Noakes, 1999). Por último,

recientes investigaciones realizadas en pádel indican que los %MG se situarían en valores promedios de $10,6\pm 2,5$ (Pradas et al., 2019).

En el caso de las mujeres el %MG es algo ligeramente superior al obtenido por Allen, en donde describieron porcentajes del $18,55\pm 0,7\%$, y muy superiores a los descritos por Pradas et al. (2013) con valores de $14,7\pm 1,5\%$. Estas diferencias podrían deberse, como se ha comentado anteriormente por el tipo de juego desarrollado, ya que en el género femenino hay una mayor utilización de estilo de juego defensivo. Si comparamos el deporte del tenis de mesa, en su modalidad femenina, con otros deportes de raqueta y pala además se aprecia que en disciplinas como el bádminton y el tenis los valores de %MG se encuentran en $23,6\pm 3,3\%$ y $18,1\pm 2,3\%$ respectivamente (Hughes, 1995; Pyke, Elliott, y Pyke, 1974), mientras que en el pádel se sitúa en valores de $17,6\pm 2,7\%$ (Pradas et al., 2019).

Sin duda alguna el %MG corporal es un aspecto limitante del rendimiento en el tenis de mesa (Pradas et al., 2013; Zagatto, Milioni, Fortes, Alves, y Padulo, 2015), tal y como también se indica para el tenis (Mahoney y Sharp, 1995). La grasa actúa como peso inerte generando una alta resistencia a ser desplazada de forma reiterada en contra de la gravedad, como ocurre durante los desplazamientos rápidos y explosivos que se realizan en el transcurso del juego en tenis de mesa (Pradas et al., 2013). En este sentido, un exceso de adiposidad corporal se demuestra como un aspecto negativo, por la existencia de una relación inversa entre masa grasa y rendimiento físico, puesto que el aumento del peso corporal no se acompaña de un incremento paralelo de la capacidad para producir fuerza. Por tanto, teniendo en cuenta que la aceleración es directamente proporcional a la fuerza, pero inversamente proporcional a la masa corporal, el exceso de grasa a un nivel dado de aplicación de la fuerza, resultará en cambios más lentos en la velocidad y en la dirección, y este exceso de adiposidad también incrementa el costo metabólico de actividades físicas que implican el movimiento de la masa corporal (Shepard, y Astrand 1996), provocando un impacto negativo sobre el rendimiento físico y el técnico-táctico, que se va acentuando a medida que transcurre la competición (Chin et al., 1995).

En el porcentaje de masa muscular (%MM) los valores registrados fueron algo superiores en los jugadores respecto a las jugadoras ($47,2\pm 1,57$ vs. $43,08\pm 2,3$). Sin embargo, ambos generos presentaron elevados niveles de %MM. Estos valores porcentuales concuerdan con la teoría que muestra que una buena masa muscular en tenis de mesa, especialmente localizada en las extremidades inferiores, se puede convertir en un factor importante para el rendimiento en este deporte, en donde se deben realizar movimientos rápidos y cambios de dirección, con rápidas aceleraciones y desaceleraciones, acciones características del tenis de mesa (Nikolic, Furjan-Mandić, y Kondrič, 2015; Pradas et al., 2005; Pradas et al., 2013).

En el somatotipo encontramos tres componentes: endomórfico, mesomórfico y ectomórfico. El primer componente o endomórfico representa el tejido adiposo, el segundo componente o mesomórfico se refiere al sistema músculo-esquelético, y el tercero, el ectomórfico, expresa el grado de linealidad del sujeto predominando las medidas longitudinales sobre las transversales (Canda, 2012).

El análisis del somatotipo fue diferente entre géneros, siendo en jugadores de tipo meso-endomorfo (2,5-4,6-2,7), mientras que el de las jugadoras fue de tipo endo-mesomorfo (3,9-3,4-2,8). La mesomorfia se reveló como el componente predominante en los hombres y la endomorfia en las mujeres. Estos resultados son parecidos a los descritos por Pradas et al. (2013) en una investigación realizada sobre una muestra internacional de élite. Sin embargo, Lentini et al. (2004), en su estudio realizado sobre jugadores de alto rendimiento argentinos describió un somatotipo endo-mesomórfico (3,4-4,5-2,5) muy similar al descrito por Yáñez et al. (2015) en jugadores de la selección chilena (3,5-4,6-2,1).

A pesar de las diferencias encontradas en cuanto a la composición corporal en el componente endomórfico, en las investigaciones se pone de manifiesto que el componente mesomórfico es el predominante. Estos resultados se encuentran también en consonancia con los estudios realizados con jóvenes jugadores de alto nivel españoles, siendo el aspecto mesomórfico algo más evidente principalmente en los jugadores masculinos (Carrasco et al., 2010; Martínez et al., 2009). En definitiva, la

mayoría de los deportes que implican la movilización de la masa corporal en contra de la gravedad, como sucede en el deporte del tenis de mesa pero a elevadas velocidades (Pradas et al., 2013), se benefician de un porcentaje graso relativamente bajo, tanto mecánica como metabólicamente.

PARTE III. CONCLUSIONES

CAPÍTULO IX

CONCLUSIONES

**SUMARIO DEL CAPÍTULO IX
CONCLUSIONES**

CAPÍTULO IX. CONCLUSIONES

**A. CONCLUSIONES RELACIONADAS CON EL OBJETIVO GENERAL 1:
DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE JUEGO QUE DEFINEN AL TENIS
DE MESA DE ÉLITE MASCULINO Y FEMENINO ATENDIENDO A DIFERENTES
PARÁMETROS TÉCNICOS Y TÁCTICOS.**

A.1. Objetivo específico 1

**B. CONCLUSIONES RELACIONADAS CON EL OBJETIVO GENERAL 2:
EVALUAR EL PERFIL CONDICIONAL, TEMPORAL, FISIOLÓGICO,
METABÓLICO Y ANTROPOMÉTRICO QUE PRESENTA EL TENIS DE MESA DE
ÉLITE DESDE UNA PERSPECTIVA DE GÉNERO.**

B.1. Objetivo específico 2

B.2. Objetivo específico 3

B.3. Objetivo específico 4

B.4. Objetivo específico 5

“Muchos investigadores han arrojado una gran oscuridad sobre su materia de estudio, y si continúan investigando, pronto no sabremos nada sobre ellos”.

Atribuida a Mark Twain

THOMAS Y NELSON (2007)

Considerando los resultados obtenidos, y en respuesta a los problemas de investigación planteados, a continuación se presentan las conclusiones finales de la investigación, organizadas atendiendo a los objetivos e hipótesis diseñadas.

A. OBJETIVO GENERAL 1: DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DE JUEGO QUE DEFINEN AL TENIS DE MESA DE ÉLITE MASCULINO Y FEMENINO ATENDIENDO A DIFERENTES PARÁMETROS TÉCNICOS Y TÁCTICOS.

Las conclusiones que se extraen de los resultados obtenidos para dar respuesta a este objetivo general, y vinculadas con los objetivos específicos propuestos, en especial con las hipótesis 1, 2, 3 y 4 planteadas, son las siguientes:

A.1. Objetivo específico 1

- Objetivo específico 1. Describir y comparar la dinámica de juego del tenis de mesa masculino y femenino de élite considerando diferentes aspectos técnicos y tácticos básicos.

Dando respuesta a la H_1 , se confirma que durante la dinámica de juego del tenis de mesa el lado de golpeo más utilizado por ambos géneros es el de derecha, que predomina sobre el de revés, por lo que se acepta la H_1 .

Atendiendo a la H_2 se aprecia que el número total de golpes en un partido es superior en la competición masculina, no siendo estas diferencias significativas. El análisis de los golpes por jugadas pone de manifiesto la realización de un mayor número de acciones técnicas durante la competición femenina. En referencia al tipo de técnicas utilizadas, las jugadoras utilizan en mayor medida las de tipo defensivo, mientras que los hombres usan más las de tipo ofensivo, en particular la técnica del flip. Teniendo en consideración estos resultados se acepta en parte la H_2 , confirmándose que el tipo de acciones técnicas utilizadas durante los partidos es distinto entre jugadores y jugadoras. Sin embargo, se rechaza que sea mayor la cantidad de acciones técnicas utilizadas en el juego masculino.

En referencia a la H₃ se comprueba que las acciones de juego ganadoras son superiores en los jugadores, en especial las acciones de revés, siendo similares las acciones de juego perdedoras de derecha y de revés en ambos géneros. En cuanto a las técnicas ganadoras, también son superiores en la competición masculina, predominando las acciones del topspin de derecha, el topspin de revés y el flip de revés. Las técnicas perdedoras también se manifiestan superiores en los jugadores, en concreto en las técnicas del flip de derecha y de revés, por lo que se rechaza la H₃, ya que existen importantes diferencias en las acciones técnico-tácticas ganadoras y perdedoras utilizadas por ambos géneros.

Respecto a la H₄, se aprecia que las acciones tácticas realizadas en paralelo y en diagonal son similares en ambos géneros. Sin embargo, la acción táctica del pivote es superior en la competición masculina. Las zonas de ubicación del servicio difieren entre hombres y mujeres, los jugadores utilizan preferentemente las zonas 1 y 2, mientras que las jugadoras seleccionan en mayor medida la zona 6. Atendiendo a las zonas de juego realizadas con el resto, existen importantes diferencias en cuanto a las zonas dónde se ubican en función de la técnica efectuada. Durante la competición masculina el resto con la técnica de corte se dirige hacia las zonas 1 y 2; el resto con la técnica de flip a las zonas 1, 3 y 5; y el resto con topspin a la zona 3; mientras que en la competición femenina el resto con corte es hacia la zona 5. Por tanto, se rechaza la H₄, ya que no existe una relación directa entre géneros en la táctica, en el tipo de acciones tácticas en cuanto a dirección, en la acción del pivote y en las zonas de juego utilizadas durante la competición, ya que son distintas estas variables entre géneros.

B. OBJETIVO GENERAL 2: EVALUAR EL PERFIL CONDICIONAL, TEMPORAL, FISIOLÓGICO, METABÓLICO Y ANTROPOMÉTRICO QUE PRESENTA EL TENIS DE MESA DE ÉLITE DESDE UNA PERSPECTIVA DE GÉNERO.

B. 1. Objetivo específico 2

- Objetivo específico 2. Evaluar la condición física específica de jugadores y jugadoras de tenis de mesa de élite, analizando la fuerza isométrica máxima del tren superior, la fuerza activa y reactiva del tren inferior, el tiempo de reacción y la velocidad de desplazamiento lateral.

En respuesta a la H₅, se han encontrado diferencias entre géneros en los valores de la fuerza isométrica máxima de la extremidad superior, siendo superiores en los jugadores, tanto en el lado dominante como en el no dominante. Los índices de fuerza de la manifestación activa y reactiva de las extremidades inferiores también presentan mayores valores en el género masculino, por lo que se acepta la H₅.

Atendiendo a la H₆, se confirma que los jugadores presentan mejores tiempos en la velocidad de desplazamiento lateral a ambos lados. Sin embargo, las jugadoras alcanzan un mejor rendimiento en el tiempo de reacción lateral, en especial hacia el lado izquierdo, por lo que se acepta la H₆ solamente para la velocidad de desplazamiento, pero se rechaza para el tiempo de reacción.

B.2. Objetivo específico 3

- Objetivo específico 3. Cuantificar la densidad de juego (tiempos de esfuerzo y pausa), entre el tenis de mesa masculino y femenino de élite, así como su impacto sobre parámetros fisiológicos y metabólicos.

Respondiendo a la H₇, se confirma que la duración total de los partidos de tenis de mesa es superior en la modalidad masculina. Sin embargo, los tiempos de esfuerzo son similares en ambos géneros, mientras que los tiempos de pausa son superiores en

la competición masculina. Por otro lado, la densidad de juego es superior en la competición femenina. En este sentido, el análisis de las jugadas indica que los tiempos de actividad son superiores en la competición femenina, con una duración mínima de las jugadas también mayor, mientras que los tiempos de pausa son más largos en la competición masculina. Considerando estos hallazgos se acepta la H_7 para la duración total de los partidos y los tiempos de pausa totales y entre jugadas, pero se rechaza para la densidad de juego y los tiempos de esfuerzo en las jugadas.

B.3. Objetivo específico 4

- Objetivo específico 4. Analizar la respuesta fisiológica y metabólica que se produce en el tenis de mesa masculino y femenino.

Se acepta la H_8 para la respuesta cardíaca máxima, ya que durante la competición del tenis de mesa es mayor en los jugadores, pero no se encuentran diferencias en cuanto a la frecuencia cardíaca media entre la competición masculina y la femenina, por lo que se rechaza H_8 para la frecuencia cardíaca media.

Se rechaza la H_9 al encontrarse al comparar ambos géneros importantes diferencias a nivel metabólico en los esfuerzos producidos en la competición, siendo los valores de lactato superiores en la competición masculina.

B. 4. Objetivo específico 5

- Objetivo específico 5. Determinar el biotipo que caracteriza a jugadores y jugadoras de élite, identificando las diferencias existentes en el perfil antropométrico analizando el somatotipo y la composición corporal.

El análisis del somatotipo pone de manifiesto un marcado componente endomórfico en las jugadoras, con un mayor componente graso, y mesomórfico en los

jugadores, en los que predomina el componente muscular. Se acepta la H_{10} al comprobarse que existe un marcado dimorfismo sexual entre jugadores y jugadoras en el biotipo que los caracteriza, con mayores porcentajes de masa grasa en las jugadoras y de masa muscular en los jugadores, definiéndose un somatotipo diferente para cada género.

**PARTE IV. LIMITACIONES, PERSPECTIVAS DE
FUTURO, BIBLIOGRAFÍA Y EVIDENCIAS
CIENTÍFICAS**

LIMITACIONES

1. A pesar de poder considerarse los sujetos seleccionados como muy representativos del deporte del tenis de mesa, por ser todos los jugadores y las jugadoras analizadas de élite, algunos de ellos internacionales y profesionales, con una amplia y dilatada experiencia en este deporte, los resultados obtenidos deben ser utilizados con cierta cautela, recomendándose incrementar la muestra objeto de estudio en investigaciones posteriores.
2. Una limitación importante en esta investigación se encuentra al no haber podido discriminar los resultados del estudio en función del estilo de juego desarrollado, es decir, defensivo, mixto u ofensivo, ya que en ambos géneros un número muy reducido de deportistas utilizan el estilo de juego defensivo y mixto, en particular en los varones. El estilo desarrollado puede ser determinante en la estructura de juego, haciendo que su dinámica sea más rápida o lenta, modificando la densidad de juego y pudiendo tener una importante influencia sobre el número de técnicas utilizadas, la táctica empleada, la condición física específica o incluso la respuesta fisiológica y metabólica.
3. No haber realizado comparaciones entre géneros en función de la dominancia manual, diestros o zurdos, y el estilo de juego (defensivo, mixto u ofensivo), puede ser otro aspecto que podría influir, en este caso, sobre las técnicas utilizadas o las tácticas efectuadas. Sin embargo, no se ha podido realizar este tipo de análisis por el reducido número de deportistas zurdos y de diferentes estilos de juego, pero sería un tema de gran relevancia e interés para ser abordado en futuras investigaciones.
4. Los resultados obtenidos para la fuerza activa y reactiva de las extremidades inferiores presentan una limitación, ya que se han expuesto en función de la altura del salto y del tiempo de vuelo, como consecuencia de no disponer de una plataforma de fuerzas.
5. Otra de las limitaciones importantes en esta investigación ha sido la de no haber tenido en consideración el tipo de material utilizado, es decir la pala. Como se ha

destacado en esta Tesis Doctoral los dos componentes básicos de una pala son la madera y sus revestimientos. En función de uno u otro el comportamiento de la pala es diferente, por lo que describir todas las variables investigadas correlacionándolas con estos dos aspectos técnicos de los materiales de juego, sería de gran interés y utilidad para conocer la influencia que puedan tener sobre variables como la técnica, la táctica, la condición física específica y por ende, su relación con la respuesta que supone el uso de uno u otro material a nivel metabólico y fisiológico.

6. Atendiendo al análisis del perfil antropométrico, hubiera sido de mayor interés utilizar ecuaciones en donde se consideraran variables como la etnia, ya que según diferentes investigaciones tiene una incidencia importante sobre la composición corporal, sin embargo, el tamaño muestral ha sido de nuevo un factor limitante, impidiendo por su reducido número, en cuanto a jugadores y jugadoras de razas diferentes (asiáticos y caucásicos), para poder realizar un análisis más exhaustivo y pormenorizado de cada una de ellas, teniendo que ser agrupadas todas en un único grupo.

PERSPECTIVAS DE FUTURO

Una vez finalizada la investigación, a continuación se presentan algunas sugerencias para la realización de futuros estudios que puedan contribuir a conocer en mayor medida el deporte de competición del tenis de mesa:

- De gran interés y relevancia en la actualidad sería reproducir esta investigación multidimensional sobre deportistas que presentan algún tipo de discapacidad, considerando al género, y teniendo en cuenta que el tenis de mesa es uno de los deportes más y mejor adaptados a este tipo de población (parálisis cerebral, hemiplejía, discapacidad intelectual, etc.), en sus dos modalidades de competición, tanto en silla (clase 1 a 5), como en la de pie (clase 6 a 11), con un gran volumen de practicantes y competiciones a nivel mundial.
- Sería también de gran interés plantear este estudio de investigación desde edades tempranas, atendiendo a las diferentes categorías de jugadores (benjamín, alevín, infantil, cadete y juvenil), pudiendo establecer una escala de valoración para conocer los niveles de rendimiento en todas y cada una de las variables analizadas en esta Tesis Doctoral.
- Investigar las variables analizadas con marcadores de éxito deportivo, como pueden ser los rankings nacionales (RFETM) o internacionales (ITTF), resultaría de gran interés para conocer la incidencia que puede tener cada una de las variables analizadas sobre el rendimiento obtenido.
- Analizar patrones motrices que se repiten a nivel técnico-táctico, en un deporte tan rápido como el tenis de mesa, en donde se tienen automatizadas las respuestas motoras a efectuar en diferentes jugadas, podría ser interesante para conocer cuáles son las más eficaces en función del estilo de juego desarrollado y del rival al que se enfrente el deportista.
- Un aspecto muy poco considerado, atendido y estudiado en el tenis de mesa son las habilidades visuales. En este sentido, catalogarlas, analizarlas y reflexionar sobre las que tienen una mayor incidencia en el tenis de mesa,

podría resultar muy interesante para su investigación, en especial en el deporte de alto rendimiento, considerando que en este deporte el sentido de la vista es el más importante, ya que a partir de él se construyen las respuestas motoras.

- Una importante dificultad en este deporte radica en el profundo desconocimiento existente sobre la respuesta orgánica derivada de la realización de un estilo de juego ofensivo, mixto o defensivo, y el impacto que puede provocar la utilización de materiales individuales más orientados a realizar un juego de potencia o de rotación. La influencia que puedan tener todas estas variables sobre la dinámica de juego aconseja a seguir estudiando este deporte.
- Finalmente, también podría ser de gran interés realizar estudios longitudinales, que nos permitiesen observar cómo evolucionan las distintas capacidades físicas y habilidades motrices implicadas directamente en el rendimiento del tenis de mesa, teniendo en consideración al género como variable principal de análisis, por su interés sobre el rendimiento deportivo y en la detección de talentos deportivos.

BIBLIOGRAFÍA

A

- Abián, P., Abian-Vicen, J., y Sampedro, J. (2012). Anthropometric analysis of body symmetry in badminton players. *International Journal of Morphology*, 30(3), 945-951. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022012000300030>.
- Akpınar, S., Devrilmez, E., y Kirazci, S. (2012). Coincidence-anticipation timing requirements are different in racket sports. *Perceptual Motor Skills*, 115(2), 581-593. doi: 10.2466/30.25.27.
- Allen, G. D. (1991). Physiological characteristics of élite australian table tennis athletes and their responses to high level competition. *Journal of Human Movement Studies*, 20(3), 133-147.
- Almonacid, B. (2012). *Perfil de juego en pádel de alto nivel*. Tesis de doctorado. Universidad de Jaén, Jaén.
- Alonso, J. I., y Argudo, F. (2008). Indicadores de rendimiento del saque en frontenis olímpico femenino. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 10(4), 59-76 <http://www.cafyd.com/REVISTA/01005>.
- Almqvist y Wiksell (1967). *Sporten: Focus presenterar all världens sport för hela familjen. D. 2, Rekord och resultat*. Stockholm: Almqvist & Wiksell.
- Altman, D. G. (1991). *Practical Statistics for medical research*. London: Chapman & Hall.
- Alvero, J. R., Barrera, J., Mesa, A., y Cabello, D. (2006). Correlations of physiological responses in squash players during competition. En A. Lees, D. Cabello, D. y G. Torres (Eds.), *Science and Racket Sports IV* (64-69). London: Routledge.
- Anuario de estadísticas deportivas (2019). www.culturaydeporte.gob.es
- Aréchiga, J., Maestre, M. I., y Herrero, A. (2009). Aplicación del concepto de composición corporal al deporte. En M. D. Cabañas y F. Esparza (Eds.), *Compendio de Cineantropometría* (pp. 181-196). Madrid: CTO Editorial.
- Astrand P. O. (1992). Endurance in Sport. En R. Shephard y P. O. Astrand (Eds.), *Endurance in Sport* (pp. 8-15). Oxford: Blackwell scientific publication.

B

- Baca, A., Baron, R., Leser, R., y Kain, H. (2004). A process oriented approach for match analysis in table tennis. En A. Lees, J. F. Khan e I.W. Maynard (Eds.). *Science and Racket Sports III*. London: Routledge.
- Baiget, E. (2011). Strength training for improving hitting speed in tennis. *Journal of Sport and Health Research*, 3(3), 229-244.
- Bangsbo, J. (1996). Physiological factors associated with efficiency in high intensity exercise. *Sports Medicine*, 22(5), 299-305. doi: 10.2165/00007256-199622050-00003.
- Bańkosz, Z., y Winiarski, S. (2017). The kinematics of table tennis racquet: differences between topspin strokes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(3), 202-213. doi: 10.23736/S0022-4707.16.06104-1
- Bańkosz, Z., Winiarski, S., y Malagoli, I. (2020). Gender Differences in Kinematic Parameters of Topspin Forehand and Backhand in Table Tennis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5742. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17165742>
- Barbaros-Tudor, P., Matkovic, B., y Rupcic, T. (2011). Morphological characteristics and physiological profile of the Croatian male tennis players. *Sport Sci*, 4(2), 23-27.
- Barchukova, G. V., y Salakova, E. V. (1988). Ergometric characteristics of table tennis. *Teoriya i Praktika Fizicheskoi Kultury*, 7(50), 164.
- Baron, R., Petschnig, R., Bachl, N., Raberger, G., Smekal, G., y Kastner, P. (1992). Catecholamine excretion and heart rate as factors of psychophysical stress in table tennis. *International Journal of Sports Medicine*, 13(7), 501-505. doi: 10.1055/s-2007-1021306.
- Bermejo, J. L., Quintano, J., Ramos, M., y Dongping, Z. (1991). *Tenis de mesa*. Madrid: Comité Olímpico Español.
- Biener, K., y Oechslin, M. (1979). Sportmedizinisches profil des tischtennisspielers. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 30(12), 406-410.
- Billi, U. (1984). *Tennistavolo: fondamenti tecnici, teoria e metodologia dell'allenamento*. Roma: CONI. Federazione italiana tennistavolo.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Paidotribo.

- Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular. Aspectos metodológicos*. Barcelona: Inde.
- Bourgois, J., Claessens, A. L., Janssens, M., Van Renterghem, B., Loos, R., Thomis, M., Philippaerts, R., Lefevre, J., y Vrijens, J. (2001). Anthropometric characteristics of elite female junior rowers. *Journal of Sports Sciences*, 19(3), 195-202. doi: 10.1080/026404101750095358.

C

- Cabello, D., y Padiá, P. (2002). Análisis de los parámetros temporales de un partido de bádminton. *Revista Motricidad*, 9, 101-117.
- Cabello, D., Padiá, P., Lees, A., y Rivas, F. (2004). Temporal and physiological characteristics of elite women's and men's singles badminton. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 16(2), 1-12.
- Cabello, D., y Torres, G. (2004). Aprendizaje de la táctica en los deportes de raqueta y pala. En C. Villaverde (Ed.), *XVI cursos de verano de la Universidad de Granada en Ceuta* (pp. 47-54). Albolote, Granada: Instituto de Estudios Ceutíes.
- Canda, A. (2007). *Estimación de la estatura a partir de longitudes corporales en el adulto joven. Aplicación en la población con minusvalías físicas*. Tesis de doctorado. Universidad Complutense de Madrid.
- Carazo, A., Serrano, D., y Cabello, D. (2002). El aprendizaje de la táctica en los deportes de raqueta y pala. Análisis informatizado del juego en bádminton. En D. Cabello (ed.), *Fundamentos y enseñanza de los deportes de raqueta y pala* (pp. 75-94). Granada: Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Granada.
- Carlson, J., Tyrrell, J., Naughton, G., Laussen, S., y Portier, B. (1985). Physiological responses during badminton games by elite Australian players. *Badminton Sitelines*, 13, 17-20.
- Caro, W. F., Monroy, L. A., y Agudelo, C. A. (2016). Perfil de manifestación de la fuerza de tren inferior en jugadores universitarios de tenis de mesa de Tunja, Colombia. *Revista de Educación Física*, 5(2), 31-40.

- Carter, J. E. L. y Heath, B. H. (1990). *Somatotyping: Development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carrasco, L., Pradas, F., Floría, P., Martínez, A., Herrero, R., y González-Jurado, J. A. (2010). Grip strength in young top-level table tennis players. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 6, 64-66.
- Carrasco, L., Pradas, F., Floría, P., Martínez, A., Herrero, R., y González-Jurado, J. A. (2010). Grip strength in young top-level table tennis players. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 6, 64-66.
- Carrasco, L., Pradas, F., y Martínez, E. (2010). Somatotype and Body Composition of Young Top-level Table Tennis Players. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 6, 175-177.
- Castellar, C. Pradas, F., Carrasco, L., de la Torre, A., y González-Jurado, J. A. (2019). Analysis of reaction time and lateral displacements in national level table tennis players: are they predictive of sport performance? *International Journal of Performance Analysis in Sport*. doi: 10.1080/24748668.2019.1621673
- Castellar, C., Pradas, F., Quintas, A., Arracó, S., y Blas, J. (2015). Perfil condicional de jugadoras de pádel de élite. *Rev Andal Med Deporte*, 8(4), 185.
- Castillo-Rodríguez, A., Hernández-Mendo, A., y Alvero-Cruz, J. R. (2014). Morphology of the elite paddle player - Comparison with other racket sports. *International Journal of Morphology*, 32(1), 177-182. <http://doi.org/10.4067/S0717-950220140001000030>.
- Centeno, R. A., Naranjo, J., y Guerra, V. (1999). Estudio cineantropométrico del jugador de bádminton de élite juvenil. *Archivos de Medicina del Deporte*, 16(70), 115-119.
- Chamorro, M. (1993). Antecedentes históricos de la cineantropometría. Estandarización de las medidas antropométricas. En F. Esparza (Ed.), *Manual de cineantropometría* (pp. 17-33). Pamplona: Grupo Español de Cineantropometría. FEMEDE.
- Chanavirut, R., Udompanich, N., Udom, P., Yonglitthipagon, P., Donpunha, W., Nakmareong, S., y Yamauchi J. (2017). The effects of strengthening exercises for wrist flexors and extensors on muscle strength and counter-stroke

- performance in amateur table tennis players. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(4), 1033-1036. doi: 10.1016/j.jbmt.2017.02.002.
- Chen H. L., Wu, C. J, y Chen, T. C. (2011). Physiological and notational comparison of new and old scoring systems of singles matches in men's badminton. *Asian Journal of Physical Educationa & Recreation*, 17(1), 6-17.
- Chin, M. K., Steininger, K., So, R. C., Clark, C. R., y Wong, A. S. (1995). Physiological profiles and sport specific fitness of Asian élite squash players. *Br. J. Sports Med.*, 29(3), 158-164.
- Corso, M., y Intuye, C. (1988). Table tennis takes a test. *Table Tennis Topics*, 5, 50-80.
- Cox, R. M., y Calsbeek, R. (2010). Sex-specific selection and intraspecific variation in sexual size dimorphism. *Evolution*, 64(3), 798-809.
- Crayden, R. (1995). *The Story of Table Tennis - the first one hundred years*. Sussex, United Kingdom: Battle Instant Print.

D

- De Hoyo, M., Sañudo, B., París, F., y de la Fuente, L. (2007). Estudio del biotipo y la composición corporal en jóvenes jugadores de bádminton. *MD Revista científica en Medicina del Deporte*, 7, 9-14.
- Deniso, P., Fruscione, P., y Quintiliani, M. (1992). *Tennistavolo: preparazione fisica, tecnica e didattica*. Roma : Societa Stampa Sportiva.
- De Rose, E. H., y Guimaraes, A. C. A. (1980). Model for optimization of somatotype in young athletes. En: Ostin, M.; Buenen, G. y Simons, J. *Kinanthropometry II*. Baltimore: University Park Press.
- Demetrovic, E. (1977). Structure of sports performance of top level table tennis players. *Trener*, 2, 8-11.
- Deurenberg, P., Yap, M., y van Staveren, W. A. (1998). Body mass index and percent body fat. A meta analysis among different ethnic groups. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 22(12), 1164-1171.

- Dias, R., y Ghosh, A. K. (1995). Physiological evaluation of specific training in badminton. En T. Reilly, M. Hughes, M. y A. Lees (Eds.). *Science and Racket Sports*, (pp. 38-43). London: E & FN Spon.
- Djokić, Z. (2002), Structure of competitors' activities of top table tennis players. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 4&5, pp. 74-90.
- Djokić, Z. (2004). Heart rate monitoring of table tennis players. En A. Lees, J.-F. Khan y W. Maynard (Eds.). *Science and Racket Sports III* (pp. 21-22). London: Routledge.
- Djokić, Z. (2006). Differences in tactics in game of top players and other factors of success in top table tennis. En X. P. Zhang, D. D. Xiao y Y. Dong (Eds.). *The Proceedings of the Ninth International Table Tennis Federation Sports Science Congress* (pp. 117-123). Beijing: People's Sports Publishing House of China.
- Djokić, Z. (2009). Health, condition, wellbeing and table tennis in ages 30-80. In: Proceedings of International Science Congress Table tennis and the aging population. En M. Kondrič, G. Furjan-Mandić y G. Munivrana (Eds.), *Proceedings of International Science Congress Table tennis and the aging population* (pp. 44-58). Zagreb: European Table Tennis Union. Croatian table tennis association. University of Zagreb, Faculty of kinesiology. University of Ljubljana, Faculty of Sport.
- Djokić, Z., Malagoli, I., Katsikadelis, M., y Straub, G. (2020). Serve analyses of élite European table tennis matches. *International Journal of Racket Sports Science*, 2(1), 1-8
- Djokić, Z., Munivrana, G., y Levajac, D. (2017). Match analyses of final game of men's team European Championship's 2014 – Portugal vs. Germany. En M. Kondrič, X. Zhang, y D. Xiao. *Science and Racket Sports V* (pp.120-130). Suzhou, China:Soochow University Press.
- Dong, Y. (2005). The analysis of the table tennis technique - tactics of eleven points rules. En X. P. Zhang, D. D. Xiao, y Y. Dong (Eds.), *The Proceedings of the Ninth International Table Tennis Federation Sports Science Congress* (pp. 46-48). Beijing: People's Sports Publishing House of China.
- Duncan, M. J., Woodfield, L. y al-Nakeeb. (2006). Anthropometric and physiological characteristics of junior élite volleyball players. *British Journal Sports Medicine*, 40, 649-651.doi: 10.1136/bjism.2005.021998.

E

Esparza, F. (1993). *Manual de cineantropometría*. Pamplona: (GREC) FEMEDE.

F

Faccini, P., y Dal Monte, A. (1996). Physiologic demands of badminton match play. *Am. J. Sports Med*, 24(6):564-566.

Faccini, P., Faina, M, Scarpellini, E., y Dal Monte, A. (1989). Il costo energetico nel tennistavolo. *Scuola dello sport*, 17, 38-42.

Faulkner, J. A. (1968). Physiology of swimming and diving. En H. Falls (Ed.). *Exercise Physiology*. Baltimore: Academic Press.

Fernández-Fernández, J., Granacher, U., Sanz-Rivas, D., Sarabia-Marín, J.M., Hernández-Davo, J. L., y Moya, M. (2018). Sequencing Effects of Neuromuscular Training on Physical Fitness in Youth Élite Tennis Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(3), 849-856. doi: 10.1519/JSC.0000000000002319.

Fernández-Fernández, J., Ulbricht, A., y Ferrauti, A. (2014). Fitness testing of tennis players: How valuable is it?. *British Journal of Sports Medicine (48)*, 22-31.

Franzoni, A. (1933). *Storia degli sport vol. I-III*. Milán: Soc. Editrice Libreria.

Fuchs, M., Faude, O., Wegmann, M., y Meyer, T. (2014). Critical evaluation of a badminton-specific endurance test. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(2), 249-255. doi: 10.1123/ijsp.2012-0387.

Furjan-Mandić, G., Kondrič, M., Rausavljevic, N., y Metikos, B. (2002). Slide aerobics in the physical preparation of table tennis players. *International Journal of TableTennis sciences*, 4-5.

G

- García del Moral, L., García del Moral, J., y Rodríguez, A. (1988). Factores que afectan a la lactatemia durante un test de esfuerzo. *Archivos de Medicina del Deporte*, 5(20), 375-386.
- García, J. M., Navarro, M., y Ruiz, J. A. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones*. Madrid: Gymnos.
- García, L. (2006). El conocimiento táctico en tenis. Un estudio con jugadores expertos y noveles. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 6(2), 11-20.
- Giampietro, M., Pujia, A. y Bertini I. (2003). Anthropometric features and body composition of young athletes practicing karate at a high and medium competitive level. *Acta Diabetologica*, 40 Suppl 1:S, 145-148. doi: 10.1007/s00592-003-0049-3.
- Gibson, A., Lambert, M. I., Hawley, J. A., Broomhead, S. A., y Noakes, T. D. (1999). Measurement of maximal oxygen uptake from two different laboratory protocols in runners and squash players. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 31(8), 1226-1229.
- Girard, O., Sciberras, P., Habrard, M., Hot, P., Chevalier, R., y Millet, G. P. (2005). Specific incremental test in élite squash players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(12), 921–926. doi:10.1136/bjism.2005.018101
- Gorospe, G., Hernández, A., Anguera, M. T. y Martínez, R. (2005). Desarrollo de una herramienta observacional en el tenis individuales. *Psicothema*, 17(1), 123-127.
- Groppel, J. L., y Roetert, E. P. (1992). Applied physiology of tennis. *Sports Med.*, 14(4), 260-268.
- Gu, Y., Yu, C., Shao, S., y Baker, J. S. (2019). Effects of table tennis multi-ball training on dynamic posture control. *Peer Journal*, 6, e6262. <https://doi.org/10.7717/peerj.6262>
- Gurney, G. N. (1987). *Table tennis the early years*. Lausanne: International Table Tennis Federation.

H

- Hao, Z., Tian, Z., Hao, Y., y Song, J. (2010), Analysis on technique and tactics of Lin Ma and Hao Wang in the Men's Single Table Tennis final in the 29th Olympic Games. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 6, pp. 74-78.
- He, Y., Lv, X., Zhou, Z., Sun, D., Baker, J. S., y Gu, Y. (2020). Comparing the Kinematic Characteristics of the Lower Limbs in Table Tennis: Differences between Diagonal and Straight Shots Using the Forehand Loop. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(3), 522-528.
- Hernández, M. (1994). *Fundamentos del deporte. Análisis de las estructuras del juego deportivo*. Barcelona: INDE.
- Hernández, M. (1998). *Deportes de raqueta*. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.
- Hornery, D. J., Farrow, D., Mujika, I., y Young, W. (2007). An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *Br. J. Sports Med.*, 41(8):531-536.
- Hoshino, S. (2013). Psychophysiological evaluation of cardiovascular response on the observational and practical task difficulty. *British Journal of Sports Medicine*, 47(17). <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-093073.24>
- Hughes, M. (1995). Physiological demands of training in élite badminton players. En T. Reilly, M. Hughes, M. y A. Lees (Eds.). *Science and Racket Sports* (38-43). London: E&FN Spon.
- Hughes, M., y Barlett, R. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Sciences*, 20, 739-754.
- Hughes, M. y Clarke, S. (1995). Surface effect on élite tennis strategy. En T. Reilly, M. Hughes and A. Lees (Eds.). *Science and Racket Sports*. London: E&FN Spon.
- Hülsdünker, T., Ostermann, M., y Mierau, A. (2019). The speed of neural visual motion perception and processing determines the visuomotor reaction time of young élite table tennis athletes. *Front Behav Neurosci.* 19(13), 165. doi: 10.3389/fnbeh.2019.00165.

Hung, T. M., Spalding, T. W., Maria, D. L. S., y Hatfield, B. D. (2004). Assessment of reactive motor performance with event-related brain potentials: Attention processes in elite table tennis players. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 26(2), 317–337.

I

Iimoto, Y., Yoshida, K., y Yuza, N. (2002). Rebound characteristics of the new table tennis Ball; Differences between the 40mm (2,7g) and 38mm (2,5g) balls. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 5, 233-243.

Iino, Y., y Kojima, T. (2009). Kinematics of table tennis topspin forehands: Effects of performance level and ball spin. *J. Sports Sci.*, 27(12), 1311-1321. doi: 10.1080/02640410903264458

International Table Tennis Federation (2000). *Handbook* (29^a ed.). Switzerland: I.T.T.F.

International Table Tennis Federation (2001). *Handbook* (30^a ed.). Switzerland: I.T.T.F.

International Table Tennis Federation (2003). *Handbook* (32^a ed.). Switzerland: I.T.T.F.

International Table Tennis Federation (2005). *Handbook* (34^a ed.). Switzerland: I.T.T.F.

International Table Tennis Federation (2007). *Handbook* (36^a ed.). Switzerland: I.T.T.F.

Ivanović, J., y Dopsaj, M. (2012). Functional dimorphism and characteristics of maximal hand grip force in top level female athletes. *Collegium Antropologicum*, 36(4), 1231-1240.

J

Jaski, A., y Bale, P. (1987). The physique and body composition of top class squash players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 27(1), 114-118.

Jaworski, J., y Zark, M. (2015). The structure of morpho-functional conditions determining the level of sports performance of young badminton players. *Journal of Human Kinetics*, 47(1), 215-223. doi:<https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0077>.

- Jiménez, M. (2004). Los deportes de raqueta y pala como alternativa en el tiempo de ocio. Elemento socializador. En C. Villaverde (Ed.), *XVI cursos de verano de la Universidad de Granada en Ceuta* (pp. 31-37). Albolote, Granada: Instituto de Estudios Ceutíes.
- Johansen, L., y Jensen, K. (1999). Physical capacity of Danish élite squash players. *Med Sci Sports Exerc*, 31(5), S256.
- Juzwiak, C. R., Amancio, O. M., Vitalle, M. S., Pinheiro, M. M., y Szejnfeld, V. L. (2008). Body composition and nutritional profile of male adolescent tennis players. *Journal of Sports Sciences*, 26(11), 1209-1217. doi: 10.1080/02640410801930192.

K

- Kasai, J., Dal Monte, A., Faccini, P., y Rossi, D. (1994). Oxygen consumption during practice and game in table tennis. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 2,120-121.
- Kasai, J., Akira, O., Eung, J. T., y Mori, T. (2010). Research on table tennis player's cardio-respiratory endurance. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 6, 6-8.
- Katsikadelis, M., Pilianidis, T., y Misichroni, A. (2010). Comparison of Rally Time in XXIX Beijing (2008) and XXVIII Athens (2004) Olympic Table Tennis Tournaments. *International Journal Table Tennis Science*, 6, 55-59.
- Katsikadelis M., Pilianidis T., y Vasilogambrou, A. (2007). Real play time in table tennis matches in the XXVIII Olympic Games «Athens 2004». En M. Kondrič y G. Furjan-Mandić (Eds.), *Proceedings book 10th Anniversary ITTF Sports Science Congress* (pp. 1-5). Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Kinesiology.
- Keogh, J. (1999). The use of physical fitness scores and anthropometric data to predict selection in an élite under-18 Australian rules football team. *Journal of sport Science and Medicine*, 2, 125-133. doi: 10.1016/s1440-2440(99)80192-3.

- Kinderman, W., Simon, G., y Keul, J. (1979). The significance of the aerobic anaerobic transition for determination of work load intensities *during* endurance training. *European Journal of Applied Physiology*, 42, 25-34.
- Kirchengast, S. (2010). Gender Differences in Body Composition from Childhood to Old Age: An Evolutionary Point of View. *J. Life Sci.*, 2(1), 1-10.
- Kondrič, M., Furjan-Mandić, G., Kondrič, L., y Gabaglio, A. (2010). Physiological demands and testing in table tennis. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 6, 165–171.
- Kondrič, M., Milić, R., y Furjan-Mandić, G. (2007). Physiological anaerobic characteristics of Slovenian élite table tennis players. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Gymnica*, 37(3), 69–78.
- Kondrič, M., Zagatto, A. M., y Sekulić, D. (2103). The physiological demands of table tennis: A Review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(3), 362–370.
- König, D., Huonker, M., Schmid, A., Halle, M., Berg, A., y Keul, J. (2001). Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(4), 654-658. doi:10.1097/00005768-200104000-00022
- Kordi M. R., Teymori, A., y Heidary, B. (2009) The effects of aging on muscle strength and functional ability of healthy Iranian males. En M. Kondrič, G. Furjan-Mandić y G. Munivrana (Eds.), *Proceedings of International Science Congress Table tennis and the aging population* (pp. 104-110). Zagreb: European Table Tennis Union. Croatian table tennis association. University of Zagreb, Faculty of kinesiology. University of Ljubljana, Faculty of Sport.
- Kovacs, M. A. (2004). Comparision of work/rest intervals in men's professional tennis. *Medicine and Science in Tennis*, 9(3), 10–11.
- Kwon, S., Pfister, R., Hager, R. L., Hunter, I., y Seeley, M. K. (2017). Influence of tennis racquet kinematics on ball topspin angular velocity and accuracy during the forehand groundstroke. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16(4), 505-513.

L

- Lees, A. (2003). Science and the mayor racket sports: a review. *Journal of Sports Sciences*, 21, 707-732. doi: 10.1080/0264041031000140275.
- Leite, J. V., Barbieri, F. A., Miyagi, W., y Malta, E. S. (2017). Influence of game evolution and the phase of competition on temporal game structure in high-level table tennis tournaments. *Journal of Human Kinetics*, 55, 55–67. doi: 10.1515/hukin-2016-0048
- Lenoir, M., Crevits, L., Goethals, M., Duyck, P., Wildenbeest, J., & Musch, E. (2000). Saccadic eye movements and finger reaction times of table tennis players of different levels. *Neuro-Ophthalmology*, 24(2), 335–338.
- Lentini, N. A., Gris, G. M., Cardey, M. L., Aquilino, G., y Dolce, P. A. (2004). Estudio somatotípico en deportistas de alto rendimiento de Argentina. *Archivos de Medicina del Deporte*, 21(104), 497-509.
- Leso, J., Demetrovic, E., y Piric, J. (1982). Physiological requirements of superior table tennis players. *Teorie a praxe telesne vychovy*, 30(2), 81-86.
- Le Roy, B. (1973). *Dictionnaire Encyclopédique des sports et des sportifs et des performances*. París: Denoël,
- Lewis D. A., Kamon, E., y Hodgson, J. L. (1986). Physiological differences between genders. Implications for sports conditioning. *Sports Med*, 3(5), 357-69. doi: 10.2165/00007256-198603050-00005.
- Ley 10/1990, de 15 de octubre, del Deporte (1990) «BOE» núm. 249, de 17 de octubre de 1990.
- Lievoux, O. (1981). Point de vue medical sur le record de France. *Technique pour tous*, 35, 62-63.
- Liddle, D., Murphy, M., y Bleakley, W. (1996). A comparison of the physiological demands of singles and doubles badminton: a heart rate and time/motion analysis. *Journal of Human Movement Studies*, 30, 159-176.
- Liu, Y. X. (2005). Comparative analysis and research of the impacts by 40mm ball on the first-3-strokes skills of shake-hand looping style of world-class male table tennis players. En X. P. Zhang, D. D. Xiao, y Y. Dong (Eds.), *The Proceedings of*

the Ninth International Table Tennis Federation Sports Science Congress (pp. 73-79). Beijing: People's Sports Publishing House of China.

Londeree, B. R., y Ames, S. A. (1975). Maximal steady state versus state of conditioning. *European Journal of Applied Physiology*, 34, 269-278.

M

Mahoney, C. A., y Sharp, N. C. (1995). The physiological profile of élite junior squash players. En T. Reilly, M. Hughes y A. Lees (Eds.). *Science and Racket Sports* (76-80). London: E&FN Spon.

Majumdar, P., Khanna, G. L., Malik, V., Sachdeva, S., Arif, M., y Mandal, M. (1997). Physiological analysis to quantify training load in badminton. *Br. J. Sports Med.*, 31(4), 342-345.

Malagoni, I., Di Michele, R., y Merni, F. A. (2011). Reliability of selected table tennis performance indicators. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 7, 61-64.

Malagoli, I., Di Michele, R., y Merni, F. A. (2014). A notational analysis of shot characteristics in top-level table tennis players. *Eur. J. Sport Sci.*, 14(4), 309-317. doi: 10.1080/17461391.2013.819382

Malagoli, I., Lobietti, R. y Merni, F. (2007), Footwork techniques used in table tennis: a qualitative analysis. En M. Kondrič y G. Furjan-Mandić (Eds.), *Proceedings book 10th Anniversary ITTF Sports Science Congress* (pp. 401-408). Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Kinesiology.

Malina, R. M., y Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Mangra, G. I., y Gingu, O. (2010). Processing of the metallic foam coverings for the tennis table rackets. *Science Direct*, 2(2), 3447. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2010.04.180>

Martin, C., Favier-Ambrosini, B., Mousset, K., Brault, S., Zohual, H., y Prioux, J. (2015). Influence of the playing style on the physiological responses of offensive players in table tennis. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(12), 1517-1523.

- Martínez, E., Carrasco, L., Alcaraz, P. E., Pradas, F., y Carrillo, J. P. (2009). Perfil antropométrico, somatotipo, composición corporal y dinamometría manual en jóvenes jugadores de alto nivel de tenis de mesa. *Act. Fis. Dep. Cienc. Prof.*, *10*, 55-60.
- Martinez-Rodriguez, A., Roche, E. R., y Vicente-Salar, N. (2015). Body composition assessment of paddle and tennis adult male players. *Nutricion Hospitalaria*, *31*(3), 1294–1301. <http://doi.org/10.3305/nh.2015.31.3.8004>
- Matytsin, O. V. (1994). The role of personal characteristics of the table tennis player in providing efficiency and stability during competitions. *International Journal of Table Tennis Sciences*, *2*, 55-60.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., y Katch, V. L. (1990). *Fisiología del ejercicio. Energía, nutrición y rendimiento humano*. Madrid: Alianza Deporte.
- McGarry, T., Khan, M., y Franks, I. (1998). Analysing championship squash match-play as a dynamical system. En A. Lees, I. Maynard, M. Hughes y T. Reilly, *Science and racket sports II*, (pp. 221-226). London: E & FN Spon.
- McPherson, S. L., y French, K. E. (1991). Changes in cognitive strategies and motor skill in tennis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *13*(1), 26–41. <https://doi.org/10.1123/jsep.13.1.26>
- Meard (1989). Niveaux d'habilité et situations-tests. *Revue EPS*, *220*, 62-65.
- Melero, C., Pradas, F., y Vargas, M. C. (2005). Control biomédico del entrenamiento en tenis de mesa. Ejemplo de test de campo. *Apunts Educación Física y Deportes*, *81*(3), 67-76.
- Mellor, S., Hughes, M. D., Reilly, T., Robertson, K., Reilly, T., Hughes, M., y Lees, A. (1995). Physiological profiles of squash players of different standards. En T. Reilly, M. D. Hughes, y A. Lees (Eds.), *Science and Racket Sports* (pp. 72–75). London: E & FN Spon.
- Milioni, F., Leite, J. V. dM., Beneke, R., de Poli, R. A. B., Papoti, M., y Zagatto, A. M. (2018). Table tennis playing styles require specific energy systems demands. *PLoS ONE*, *13*(7): e0199985.
- Miró, J. M. (2009). Análisis de los cambios más significativos en el reglamento técnico de juego. En F. Pradas (Ed.), *Metodología del tenis de mesa. Aproximación multidisciplinar y su didáctica* (pp. 15-32). Sevilla: Wanceulen.

Mitchel, J. H., Haskell, W. L., y Raven, P. B. (1994) Classification of sports. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26, 242-245.

Morel, E. A., y Zagatto, A. M. (2008) Adaptation of the lactate minimum, critical power and anaerobic threshold tests for assessment of the aerobic/anaerobic transition in a protocol specific for table tennis. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 14(6), 518-522.

Munivrana, G., Petrinović, L. Z., y Kondrič, M. (2015). Structural Analysis of Technical-Tactical Elements in Table Tennis and their Role in Different Playing Zones. *Journal of human kinetics*, 47, 197–214. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0076>

N

Nikolic, I., Furjan-Mandić, G., y Kondrič, M. (2014). Morphology and motor abilities in junior table tennis. *Collegium Antropologicum*, 38(1), 241–245.

Nikolic, I., Furjan-Mandić, G., y Kondrič, M. (2015). The relationship of morphology and motor abilities to specific table tennis tasks in youngsters. *Collegium Antropologicum*, 38(1), 241-245.

Noakes, T. D. (1993). Fluid replacement during exercise. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 21, 297-330.

O

O'Donoghue, P. (2004). Match analysis in racket sports. In A. Lees, J.-F. Kahn and I.W. Mainard (Eds.). *Science and racket sports III*. Routledge: London.

O'Donoghue, P., e Ingram, B. (2001): A notational analysis of élite tennis strategy. *Journal of Sports Sciences*, 19(2), 107-115. doi: 10.1080/026404101300036299

Omosegaard, B. (1996). *Physical Training for Badminton*. Denmark: Malling Beck.

Ooi, C. H., Tan, A., Ahmad, A., Kwong, K. W., Sompong, R., Ghazali, K. A., Liew, S. L., Chai, W. J., y Thompson, M. W. (2009). Physiological characteristics of élite and sub-élite badminton players. *J. Sports Sci.*, 27(14), 1591-1599.

Orfeuill, F. (1982). Le tennis de table: physiologie et entrainement. Tesis de doctorado, Paris, Institut National du Sport et de l'Education Physique (INSEP).

P

Pačes, J., Zháněl, J., Černošek, M., y Vodička, T. (2016). Analysis of maximum and relative strength levels of junior male and female tennis players. En 10th International conference on kinanthropology Sport and Quality of Life (pp. 415-423). Brno: Czech Republic.

Padulo, J., Di Giminiani, R., Dello Iacono, A., Zagatto, A. M., Migliaccio, G. M., Grgantov, Z., y Ardigò, L. P. (2016). Lower arm muscle activation during indirect-localized vibration: The influence of skill levels when applying different acceleration loads. *Frontiers in physiology*, 7, 242. doi: 10.3389/fphys.2016.00242.

Padulo, J., Pizzolato, F., Tosi-Rodrigues, S., Migliaccio, G. M., Attene, G., Curcio, R., y Zagatto, A. M. (2016). Task complexity reveals expertise of table tennis players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(1-2), 149-156.

Parker, A. (1902). *Ping-Pong, the Game and How to Play It*. New York: RF Fenno & Language Co.

Parlebas, P. (1981), *Contribution à un lexique commenté en science de l'action motrice*. París: INSEP.

Perea, A., Alday, L., y Castellano, J. (2004). Software para la observación deportiva Match Vision Studio. III Congreso Vasco del Deporte. Socialización y Deporte/ Kirolaren III Euskal Biltzarra. Sozializazioa era Viro-la. Vitoria.

Picabea, J., Cámara, J., y Yanci, J. (2017). Análisis de la condición física en jugadores y jugadoras de tenis de mesa y su relación con el rendimiento deportivo. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 12(47), 39-51. <https://doi.org/10.5232/ricyde2017>.

Piras, A., Lanzoni, I. M., Raffi, M., Persiani, M., & Squatrito, S. (2016). The within-task criterion to determine successful and unsuccessful table tennis players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 11(4), 523–531.

- Piras, A., Raffi, M., Lanzoni, I. M., Persiani, M., & Squatrito, S. (2015). Microsaccades and prediction of a motor act outcome in a dynamic sport situation: microsaccades in Table Tennis. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 56(8), 4520–4530.
- Poizat, G., Thouwarecq, R., y Séve, C. (2004). A descriptive study of the rotative topspin and of the striking topspin of expert table tennis players. En A. Lees, J.-F. Kahn, y I. W. Maynard (Eds.), *Science and Racket Sports III* (pp. 126). Oxon: Routledge.
- Pradas, F. (2002). De la iniciación al perfeccionamiento en el juego de dobles. Un caso práctico en tenis de mesa. En D. Cabello (Ed.), *Fundamentos y enseñanza de los deportes de raqueta y pala* (pp. 95-110). Granada: Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Granada.
- Pradas F. (2004a). Práctica del proceso de enseñanza-aprendizaje en los deportes de raqueta y pala. En C. Villaverde (Ed.), *XVI cursos de verano de la Universidad de Granada en Ceuta* (pp. 21-30). Albolote, Granada: Instituto de Estudios Ceutíes.
- Pradas F. (2004b). Fundamentos técnicos de los deportes de raqueta y pala. En C. Villaverde (Ed.), *XVI cursos de verano de la Universidad de Granada en Ceuta* (pp. 13-20). Albolote, Granada: Instituto de Estudios Ceutíes.
- Pradas, F., y Aguilar, M. A. (2002). Las características del espacio y los materiales en los deportes de raqueta. En D. Cabello (Ed.), *Fundamentos y enseñanza de los deportes de raqueta y pala* (pp. 145-154). Granada: Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Granada.
- Pradas, F., Beamonte, A., y Sierra, M. (2009). Los elementos comunes e individuales de juego. En F. Pradas (Ed.), *Metodología del tenis de mesa. Aproximación multidisciplinaria y su didáctica* (pp. 33-57). Sevilla: Wanceulen.
- Pradas, F., Cachón, J., Otín, D., Quintas, A., Arracó, S. I., y Castellar, C. (2014). Análisis antropométrico, fisiológico y temporal en jugadoras de pádel de élite. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 25, 107-112.
- Pradas, F., Carrasco, L., y Izaguerri, B. (2007). Reaction capacity, acceleration and velocity in a specific displacement after visual stimulus in young table tennis players. En M. Kondrič y G. Furjan-Mandić (Eds.), *Proceedings book 10th Anniversary ITTF Sports Science Congress* (pp. 302-310). Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Kinesiology.

- Pradas, F., Carrasco, L., Martínez, E., y Herrero, R. (2007). Perfil antropométrico, somatotipo y composición corporal de jóvenes jugadores de tenis de mesa. *Rev Int Cien Deporte*, 3(7), 11-23.
- Pradas, F., y Castellar, C. (2019). History of table tennis in Europe. En N. Zivanovic, P. Pavlovic, B. Antala y K. P. Babic (Eds.), *Beginnings and development of table tennis in Spain* (pp. 80-88). Republic of Srpska: Mako Print
- Pradas, F., Castellar, C., y Ochiana, N. (2013). Analysis of explosive and elastic-explosive strength of lower limbs in spanish young top-level table tennis players. *Gymnasium*, 14(1).
- Pradas, F., Castellar, C., y Quintas, A. (2017). Perfil condicional de jugadores jóvenes de pádel. En J. Courel-Ibáñez, B. J. Sánchez-Alcaraz y J. Cañas (Eds.), *Nuevos avances en investigación en pádel* (pp. 127-139). Sevilla: Wanceulen.
- Pradas, F., de Teresa, C., y Vargas, M. C. (2005). Evaluation of the explosive strength and explosive elastic forces of the legs in high level table tennis players. *Sport Science Research*, 26(3), 80-85.
- Pradas, F., de Teresa, C., Vargas, M. C., y Herrero, R. (2005). Evaluation of the isometric maximal forces of the superior extremities in high level table tennis players. *Sport Science Research*, 26(3), 86-89.
- Pradas, F., Floría, P., González-Jurado, J. A., Carrasco, L., y Bataller, V. (2012). Development of an observational tool for table tennis analysis. *Journal of Sport and Health Research*, 4(3), 255- 268.
- Pradas, F., González-Jurado, J. A., García-Giménez, A., Gallego, F., Castellar, C. (2019). Características antropométricas de jugadores de pádel de élite. Estudio piloto. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 19(74), 181-195. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2019.74.001>.
- Pradas, F., González-Jurado, J. A., Molina, E., y Castellar, C. (2013). Características antropométricas, composición corporal y somatotipo de jugadores de tenis de mesa de alto nivel. *International Journal of Morphology*, 31(43), 1355-1364. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022013000400033>
- Pradas, F., y Herrero, R. (2015a). Fundamentos técnicos. En F. Pradas (Ed.), *Fundamentos del tenis de mesa. Aplicación al ámbito escolar* (pp. 93-120). Murcia: Universidad de Murcia. Servicio de publicaciones.

- Pradas, F., y Herrero, R. (2015b). Fundamentos tácticos. En F. Pradas (Ed.), *Fundamentos del tenis de mesa. Aplicación al ámbito escolar* (pp. 123-142). Murcia: Universidad de Murcia. Servicio de publicaciones.
- Pradas, F., y Herrero, R. (2015c). La iniciación deportiva. En F. Pradas (Ed.), *Fundamentos del tenis de mesa. Aplicación al ámbito escolar* (pp. 145-175). Murcia: Universidad de Murcia. Servicio de publicaciones.
- Pradas, F., Herrero, R., y Díaz, A. (2015). Antecedentes históricos. En F. Pradas (Ed.), *Fundamentos del tenis de mesa. Aplicación al ámbito escolar* (pp. 25-46). Murcia: Universidad de Murcia. Servicio de publicaciones.
- Pradas, F., Herrero, R., y Plà, J. (2015). Los materiales de juego. En F. Pradas (Ed.), *Fundamentos del tenis de mesa. Aplicación al ámbito escolar* (pp. 145-174). Murcia: Universidad de Murcia. Servicio de publicaciones.
- Pradas, F., Martínez, P., Rapún, M., Bataller, V., Castellar, C., y Carrasco, L. (2011). Assessment of table tennis temporary structure. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 7, 80-85.
- Pradas, F., Molina, E., Pinilla, J. M., y Castellar, C. (2013a). Análisis metabólico y estructural del tenis de mesa. *Revista Educación Física Chile*, 82(271), 39-52.
- Pradas, F., Pinilla, J. M., Quintas, A., y Castellar, C. (2014). Características de juego y estructura temporal en el tenis de mesa de alto nivel. *Revista Internacional de Deportes Colectivos*, 19, 5-16.
- Pradas, F., Quintas, A., Castellar, C., y Arracó, S. I. (2016). Análisis de la condición física de jugadores de pádel de élite. En J. Courel-Ibáñez, B. J. Sánchez-Alcaraz y J. Cañas (Eds.), *Innovación e investigación en pádel* (pp. 79-95). Sevilla: Wanceulen.
- Pradas, F., Salvà, P., González-Campos, G., y González-Jurado, J. A. (2015). Análisis de los indicadores de rendimiento que definen el tenis de mesa moderno. *Journal of Sport and Health Research*, 7(2), 149-162.
- Pradas, F., Salvà, P., González-Jurado, J. A., y Vargas, C. (2015). Aspectos fisiológicos y físicos del tenis de mesa. En F. Pradas (Ed.), *Fundamentos del Tenis de Mesa: Aplicación al ámbito escolar*. Murcia: Universidad de Murcia. Servicio de publicaciones.

Pradas, F., Vargas, M. C., Herrero, R., González-Jurado, J. A. (2015). El acto motor y las tareas motrices. En F. Pradas (Ed.), *Fundamentos del Tenis de Mesa: Aplicación al ámbito escolar* (pp. 297-319). Murcia: Universidad de Murcia. Servicio de publicaciones.

Pradas, F., Vargas, M. C., Herrero, R., y Ortega, R. (2006). Evaluation of the isometric maximal force of the superior extremities in high level table tennis players. En P. Zhang, D. D. Xiao y Y. Dong (Eds.). *The Proceedings of the Ninth International Table Tennis Federation Sports Science Congress* (pp. 3-10). Beijing: People's Sports Publishing House of China.

Püschel, K. (1978). Leistungsphysiologische Aspekte des Tischtennispiels. *Deutsche Zeitschrift für sportmedizin*, 12, 357-360.

Pyke, S., Elliott, C., y Pyke, E. (1974). Performance Testing of Tennis and Squash Players. *Br. J. Sports Med.*, 8(2-3), 80-86.

Q

Qian, J., Zhang, Y., Baker, J. S., y Gu, Y. (2016) Effects of performance level on lower limb kinematics during table tennis forehand loop. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 18(3), 148-155.

Quintano, J., Núñez, M., González, M., y Pereda, F. (1986). *Todo sobre el tenis de mesa actual*. Madrid: Federación Española de Tenis de Mesa.

R

RFETM (2019). *Reglamento técnico de juego*. Madrid: Federación Española de Tenis de Mesa.

Ripoll, H. (1989). Uncertainties and visual strategies in table tennis. *Perceptual and Motor Skill*, 68(2), 507-512.

Ritchie, M. J. G., y Harrison, W. (1902). *Table Tennis and How to Play It*. London: C. Arthur Pearson.

Rocha, M. S. L. (1975). Peso ósseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 años. *Arquivos de Anatomía e Antropología*, 1, 445-451.

Ross, W., Crawford, S., Kerr, D., Ward, R., Baley, D., y Mirwald, R. (1988). Relationship of the body mass index with skinfolds, girths, and bone breadths in canadian men and women aged 20-70 years. *Am J Phys Anthropol*, 77(2), 169-73.

S

Salmoni, A. W., Sidney, K., Michel, R., Hiser, J., y Langlotz, K. (1991). A descriptive analysis of elite-level racquetball. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 62(1), 109-114.

Salvat, J. (1976). *Enciclopedia Salvat de los deportes*. Barcelona: Salvat Editores, S. A.

Sánchez-Alcaraz, B. J., y Gómez-Mármol, A. (2013). Temporal structure and analysis of playing actions in beach tennis. *AGON. International Journal of Sport Sciences*, 3(2), 68-74.

Sánchez-Muñoz, C., Sanz, D., y Zabala, M. (2007). Anthropometric characteristics, body composition and somatotype of elite junior tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, 41(11), 793-799.

Sanchís, J., Dorado, C., y Calbet, J. A. (1998). Regional body composition in professional tennis players. En A. Lees, I. Maynard, M. Hughes y T. Reilly (Eds.). *Science and Racket Sports II* (pp. 34-40). London: E & FN Spon.

Schaad, C. (1929). *A manual of ping-pong: the game, its tactics and laws*. Boston: the walker press.

Sepúlveda, R. Y., Barraza, F., Soto, G. R., Báez, E., y Tuesta, M. (2015). Anthropometric chilean table tennis players of competitive features. *Nutricion Hospitalaria*, 32(4), 1689-1694. <http://doi.org/10.3305/nh.2015.32.4.9547>.

Sève, C. (1993). Les effets de balle. *Revue EPS*, 241, 38-42.

Shepard, R. J., y Astrand, P. O. (1996). *La resistencia en el deporte*. Barcelona: Paidotribo.

Shieh, S. C., Chou, J. P. y Kao, Y. H. (2010). Energy expenditure cardiorespiratory responses during training and simulated table tennis match. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 6, 186-189.

- Smekal, G., von Duvillard, S. P., Rihacek, C., Pokan, R., Hofmann, P., Baron, R., y Bachl, N. (2001). A physiological profile of tennis match play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6), 999-1005.
- Solanellas, F., Tuda, M., y Rodríguez, F. A. (1996). Valoración cineantropométrica de tenistas de diferentes categorías. *Apunts, Educación Física y Deportes*, 44-45, 122-133.
- Sperlich, B., Koehler, K., Holmberg, H. C., Zinner, C., y Mester, J. (2011). Table tennis: Cardiorespiratory and metabolic analysis of match and exercise in elite junior national players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(2), 234–242. doi: 10.1123/ijsp.6.2.234.
- Suchomel, A. (2010). A Comparison of exercise intensity on different player levels in table tennis. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 6, 79-82.

T

- Takeuchi, T., Kobayashi, Y., Hiruta, S., y Yuza, N. (2002). The effect of the 40mm diameter ball on table tennis rallies by elite players. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 4-5, 265-277.
- Tamaki, S., y Yoshida, K. (2020). Scoring bias caused by services in table tennis: a statistical analysis. *International Journal of Racket Sports Science*, 2(2), 29-36.
- Tang, H. P., Mizoguchi, M., y Toyoshima, S. (2002). Speed and spin characteristics of the 40 mm table tennis ball. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 5, 278-284.
- Taylor, M., y Hughes, M. (1998). A comparison of playing patterns of play between the top under 18 junior tennis players in Britain and in the rest of the world. En A. Lees, I. Maynard, M. Hughes, y T. Reilly, *Science and racket sports II*, (pp. 260-264). London: E & FN Spon.
- Tepper, G. (2003). *Manual de entrenamiento nivel 1*. Lausanne, Suiza: International Table Tennis Federation.
- The table tennis. (24 de Abril de 1901). *The table tennis and Pastimes Pioneer*.

- Thomas, J. R., y Nelson, J. K. (2007). *Métodos de investigación en actividad física*. Badalona: Paidotribo.
- Todd, M. K., y Mahoney, C. A. (1995). Determination of pre-season physiological characteristics of elite male squash players. En T. Reilly, M. Hughes, y A. Lees. (Eds.). *Science and Racket Sports*, (pp. 81-86). London: E & FN Spon.
- Toriola, A. L., Toriola, O. M., Igbokwe, N. U. (2004). Validity of specific motor skills in predicting table-tennis performance in novice players. *Perceptive Motor Skills*, 98(2), 584-586. doi: 10.2466/pms.98.2.584-586.
- Torres-Luque, G., Alacid, F., Ferragut, C., y Villaverde, C. (2006). Estudio cineantropométrico del jugador de tenis adolescente. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 2(4), 27-32.
- Torres, G., y Carrasco, L. (2004). Fundamentos fisiológicos y exigencias metabólicas del tenis. En G. Torres y L. Carrasco (Eds.), *Investigación en deportes de raqueta: tenis y bádminton*. Murcia: Universidad Católica de San Antonio.
- Torres-Luque, G., Ramírez, A., Cabello-Manrique, D., Nikolaidis, P. T., y Alvero-Cruz, J. R. (2015). Match analysis of elite players during paddle tennis competition. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15, 1135-1144. doi: 10.1080/24748668.2015.11868857

U

- Uzorinac, Z. (1997). *Stolnoteniski ABC*. Zagreb: Nacionalna i sveucilisna knjiznica.

V

- Vittori, C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el sprint. RED. Revista de Entrenamiento Deportivo, 4(3), 2-8.

W

- Wang, Y., y Xueling, C. (2007), On the analysis of backhand attacking tactics of world famous male shakehands grip players. En M. Kondrič y G. Furjan-Mandić (Eds.), *Proceedings book 10th Anniversary ITTF Sports Science Congress* (pp. 435-442). Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Kinesiology.
- Watanabe, M., Yano, H., Nagata, M., Kitahara, T., Oka, S., Shu, J. Z., Kyung, J. L., Kasai, J., y Mori, T. (1992). Evaluation of table tennis practice by blood lactate concentration. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 1, 38.
- Wenninger, S., y Lames, M. (2016). Performance analysis in table tennis-stochastic simulation by numerical derivation. *International Journal of Computer Science in Sport*, 15(1), 22-36. DOI: 10.1515/ijcss-2016-0002
- Willmore, J. H, y Costill, D. L. (1999). *Physiology of Sports and Exercise*. Champaign: Human Kinetics.
- Wu, Z., y Escobar, J. (2007), Notational analysis for competition in table tennis (part I): based format analysis. En M. Kondrič y G. Furjan-Mandić (Eds.), *Proceedings book 10th Anniversary ITTF Sports Science Congress* (pp. 104-108). Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Kinesiology.
- Würch, A. (1974). La femme et le sport. *Med Sport Française*, 4, 441-445.

X

- Xiaopeng, Z. (1998). An experimental investigation into the influence of the speed and spin by balls of diferent diameters and weighs. En T. Reilly, M. Hughes & A. Lees (eds.), *Science and Racket Sports II* (pp. 206-208).Oxon: Routledge

Y

- Yáñez, R., Barraza, F., Rosales, G., y Báez, E., y Tuesta, M. (2015). Características antropométricas en jugadores chilenos de tenis de mesa de nivel competitivo. *Nutrición Hospitalaria*, 32(4), 1689-1694. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.32.4.9547>.

Yuza, N., Sasaoka, K., Nishioka, N., Matsui, Y., Yamanaka, N., Ogimura, I., Takashima, N., y Miyashita, M. (1992). Game analysis of table tennis in top Japanese players of different playing styles. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 1, 79-89.

Z

Zagatto, A. M., Kondrič, M., Knechtle, B., Nikolaidis, P. T., y Sperlich, B. (2017). Energetic demand and physical conditioning of table tennis players. A study review. *Journal of Sports Sciences*, doi: 10.1080/02640414.2017.1335957.

Zagatto, A. M., Milioni, F., Fortes, I., Alves, S., y Padulo, J. (2015). Body composition of table tennis players: comparison between performance level and gender. *Sport Sci Health*, 12(1), 49-54. doi: 10.1007/s11332-015-0252-y

Zagatto, A. M., Miranda, M. F., y Gobatto, C. A. (2011). Critical power concept adapted for the specific table tennis test: Comparisons between exhaustion criteria, mathematical modeling, and correlation with gas exchange parameters. *International Journal of Sports Medicine*, 32(7), 503–510. doi:10.1055/s-0030-1270470.

Zagatto, A. M., Morel, E. A., y Gobatto, C. A. (2010). Physiological responses and characteristics of table tennis matches determined in official tournaments. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 942-949. doi:10.1519/JSC.0b013e3181cb7003.

Zagatto, A. M., Papoti, M., y Gobatto, C. A. (2008a). Anaerobic capacity may not be determined by critical power model in elite table tennis players. *Journal of Sports Science and Medicine* 7(1), 54-59.

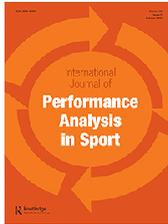
Zagatto A. M., Papoti M., y Gobatto C. A. (2008b). Validity of critical frequency test for measuring table tennis aerobic endurance through specific protocol. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7(4), 461-466.

Zagatto, A. M., Papoti, M., Leite, J. V. M., y Beneke, R. (2016). Energetics of table tennis and table tennis specific exercise testing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(8), 1012–1017. doi:10.1123/ijsp.2015-0746.

- Zemkova, E., Muyor, J. M., y Jelen, M (2018). Association of trunk rotational velocity with spine mobility and curvatures in para table tennis players. *International Journal of Sports Medicine* 39(14). doi: 10.1055/a-0752-4224.
- Zhang, X., y Wu, H. (2000). Effect of 40 millimeters' ball on competition state in table tennis athletes. *Journal of Tianjin Institute of Physical Education*, 15(3), 65-66.
- Zhang, H., y Hohmann, A. (2004). Table tennis after the introduction of the 40 mm ball and the 11 point format. En A. Lees, J.-F. Kahn, y I. W. Maynard (Eds.), *Science and Racket Sports III* (pp. 227-232). Oxon: Routledge.

ANEXO I

EVIDENCIA CIENTÍFICA



International Journal of Performance Analysis in Sport



ISSN: 2474-8668 (Print) 1474-8185 (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/rpan20>

Analysis of reaction time and lateral displacements in national level table tennis players: are they predictive of sport performance?

Carlos Castellar, Francisco Pradas, Luis Carrasco, Ana De La Torre & José Antonio González-Jurado

To cite this article: Carlos Castellar, Francisco Pradas, Luis Carrasco, Ana De La Torre & José Antonio González-Jurado (2019): Analysis of reaction time and lateral displacements in national level table tennis players: are they predictive of sport performance?, International Journal of Performance Analysis in Sport, DOI: [10.1080/24748668.2019.1621673](https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1621673)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1621673>



Published online; 31 May 2019.



Submit your article to this journal [↗](#)



View CrossMark data [↗](#)

Full Terms & Conditions of access and use can be found at
<https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=rpan20>

ANEXO II

EVIDENCIA CIENTÍFICA



On behalf of the Scientific Committee, the Editor of the *Journal of Sport and Health Research*, registered with ISSN 1989-6239

CERTIFIES

de la Torre, A.; González-Jurado, J.A.; Vicente-Rodríguez, G.; Castellar, C.; Pradas, F. are the authors of the paper called "*ANÁLISIS DEL PERFIL FISIOLÓGICO, METABÓLICO Y ESTRUCTURAL DEL TENIS DE MESA DESDE UNA PERSPECTIVA DE GÉNERO*". The paper has been accepted and it will be published in the *Journal of Sport and Health Research*, after obtaining a positive assessment by the Scientific Committee. It will be available online in the following web: www.journalshr.com.

Journal of Sport and Health Research is indexed in the following data base: *Scopus (SJR-Q3)*, *Emerging Sources Citation Index (ESCI – Web of Science)*; *Journal Scholar Metrics*; *DOAJ*; *Dialnet*; *IN-RECS (Educación)*; *Latindex*; *DICE*; *REDIB*; *ISOC*; *Dulcinea*; *EBSCO Host*; *Google Scholar*; *MIAR*; *CIRC*; *RESH*; *Worldcat*; *CAPS*; *Sherpa Romeo*; *ULRICHS*; *ERIH PLUS*.

Jaén, September 17, 2020.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "R. Chacón", written over a horizontal line.

Associated Editor: Ramón Chacón Cuberos
Journal of Sport and Health Research

ANEXO III

EVIDENCIA CIENTÍFICA

Manuscript ID **appls-ci-1048803**

Status Pending major revisions

Article type Article

Title Anthropometric profiles in high-level table tennis: influence of sex, age and ranking

Journal *Applied Sciences*

Section [Applied Biosciences and Bioengineering](#)

Special Issue [Anthropometry and Body Composition for Health, Disease and Sport: Application and Technologies](#)

Abstract **Abstract:** Table tennis have recently evolved towards a more spectacular sport increasing match-play demands and the intensity and speed of actions by regulations and equipment modification. Since these changes can alter the body composition and performance, this study aimed to determine the influence of sex, age and ranking on anthropometric attributes of 495 high-level, table tennis players (288 men, 207 women). Players were classified according to sex, age categories (Senior, Under-18, Under-15, Under 13 and Under 11) and ranking position. Anthropometry measurements included eight skinfolds thickness (biceps brachii, triceps, subscapular, iliac crest, supraspinal, abdominal, thigh and medial calf), four girths (biceps brachii relaxed and contracted, thigh and calf) and three breadths (bicipicondylar femur, bicipicondylar humerus and bicipicondylar wrist) to determine fat mass, lean mass, bone, cross sectional area (CSA) for arm, leg and thigh, and somatotype. Results revealed important morphological disparities according to gender, age category and ranking position, with greater differences in men than women. In particular: i) somatotype was predominantly mesomorphic in men, while women showed an endomorphic and central trend, ii) increments in lean mass and bone were distinctive for age and sex, while fat mass remained constantly low, and iii) ranking position was particularly influenced by body composition in each category, with better ranking positions influenced by decrements in fat mass (men's Under-18) and increments in lean mass (women's Under-13 and men's Under-15). These results could help table tennis coaches throughout the talent identification process and in the design of training programs when seeking to optimize sports performance.

Keywords racket sports; morphology; body type; training; sport Performance.