

VNIVERSITAT Đ VALÈNCIA

Facultat de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport



***DISEÑO DE UN GUANTE DE PROTECCIÓN PARA JUGAR A
PILOTA VALENCIANA EN FUNCIÓN DE LA OPINIÓN DE LOS
USUARIOS Y DE CRITERIOS EPIDEMIOLÓGICOS Y
BIOMECÁNICOS***

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

D. Carlos Montaner Sesmero

Codirigida por:

Dr. D. Salvador Llana Belloch

Dr. D. Javier Gámez Payá

Valencia, 2011

*A mi padre, a mi madre y a mis hermanas,
por todo el cariño que siempre me han dado.*

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas y entidades que han colaborado en esta Tesis Doctoral.

En primer lugar, a mis directores de Tesis, al Dr. D. Salvador Llana Belloch por su esfuerzo, dedicación y contribución en la revisión del texto. Gracias Salva por el tiempo empleado y por todos los buenos consejos que siempre me das. Al Dr. D. Javier Gámez Payá, por su gran aportación en mi formación dentro del Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) y por su colaboración continua en esta investigación.

Mi especial agradecimiento a todas aquellas personas del IBV que me han ayudado y apoyado. A David Boronat y Rafa Mengual por su colaboración en los ensayos y por los buenos momentos que hemos disfrutado juntos. A los compañeros del área de *I+D*, Enrique Alcántara y David Rosa, por su formidable capacidad investigadora y por estar ahí cuando los he necesitado. A Merche Sanchís por ayudarme siempre con una sonrisa. A Enrique Medina y a Paco Roldán y todo su equipo del S.A.T., por el buen trabajo realizado con el sistema de medición de presiones palmares. Con cariño, a mi hermana Ana, quien siempre confía en mí y de la que he aprendido tantas y tantas cosas.

A los *pilotaris* por su colaboración y buena predisposición en la realización de los diferentes estudios y al trinquete de la UPV por cedernos la instalación.

A la Dirección General de Deportes de la Comunidad Valenciana por apostar por la investigación en la *pilota valenciana* y así permitir su mejora y desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre por todo lo que me ha enseñado en esta vida, por estar cerca de mí en cada momento y darme el cariño que siempre he necesitado. A mis hermanas, Virginia y Ana, por su afecto y comprensión. A Bene, por sus inmejorables consejos y a mis sobrinos Pau y Joan, que siempre me reciben con una sonrisa y me dan mucho amor. A mi madre y a mi abuela, os quiero.

Y en especial, a Laura por saber entenderme y ayudarme, por estar a mi lado en los momentos difíciles y por hacer que los buenos sean aún mejores. Gracias de corazón.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ORIGEN DE LA TESIS.....	1
------------------------------	---

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. EL JUEGO DE PELOTA	3
-------------------------------	---

2.1.1. LOS JUEGOS DE PELOTA A MANO A LO LARGO DE LA HISTORIA.....	3
--	---

2.1.1.1. Origen y evolución de la <i>pilota valenciana</i>	4
--	---

2.1.1.2. La <i>pilota valenciana</i> contemporánea.....	8
---	---

2.1.2. ELEMENTOS DEL JUEGO DE LA <i>PILOTA VALENCIANA</i>	11
---	----

2.1.2.1. Instalaciones.....	11
-----------------------------	----

2.1.2.2. Modalidades.....	14
---------------------------	----

2.1.2.3. La posición de juego de los jugadores	16
--	----

2.1.2.4. La pelota de juego.....	16
----------------------------------	----

2.1.2.5. La puntuación y las acciones técnicas de golpeo	17
--	----

2.1.2.6. El material de protección.....	18
---	----

2.1.3. EPIDEMIOLOGÍA DE LA MANO EN LOS DEPORTES DE PELOTA A MANO	19
---	----

2.1.3.1. Estudios epidemiológicos de la mano en <i>pilota valenciana</i>	19
--	----

2.1.3.2. Estudios epidemiológicos de la mano en pelota vasca.....	19
---	----

2.2. EQUIPAMIENTO DEPORTIVO DE PROTECCIÓN PARA LA MANO.....	23
---	----

2.2.1. LA PROTECCIÓN TRADICIONAL DE LA MANO EN <i>PILOTA VALENCIANA</i>	23
--	----

2.2.2. EL GUANTE DE PROTECCIÓN EN PELOTA VASCA.....	26
---	----

ÍNDICE

2.2.3. EQUIPAMIENTO DEPORTIVO DE PROTECCIÓN PARA LA MANO EN OTROS PAÍSES.....	29
2.2.3.1. Bélgica – “Balle Pelote”	29
2.2.3.2. EE.UU. – “One Wall”	30
2.3. SISTEMAS DE MEDIDA DE PRESIONES PALMARES.....	31
2.3.1. ESTUDIOS DE PRESIONES	31
2.3.1.1. Presiones palmares en pelota vasca.....	32
2.3.2. EQUIPOS DE MEDIDA. BIOFOOT/IBV	33
2.4. EL DISEÑO ORIENTADO AL USUARIO (DOU) APLICADO AL ESTUDIO DE LAS PROTECCIONES DE <i>PILOTA VALENCIANA</i>	37
2.5. CONCLUSIONES DEL ESTADO DEL ARTE.....	39
3. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO	

3.1. OBJETIVOS DE LA TESIS	41
3.2. PLAN DE TRABAJO.....	42

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. ESTUDIO INICIAL PARA CONOCER LAS NECESIDADES Y PREFERENCIAS DE LOS USUARIOS Y ESTABLECER LOS CRITERIOS DE DISEÑO DE UN GUANTE DE PROTECCIÓN.....	47
4.1.1. ESTUDIO INICIAL PARA ANALIZAR LA PROBLEMÁTICA EXISTENTE EN TORNO A LAS PROTECCIONES UTILIZADAS POR LOS JUGADORES DE <i>PILOTA VALENCIANA</i> . PANEL DE EXPERTOS.....	47
4.1.1.1. Aspectos analizados.....	48
4.1.1.2. Instrumentos de medida utilizados	49
4.1.1.3. Diseño de experiencias.....	49
4.1.1.4. Tratamiento de datos	50

ÍNDICE

4.1.2. ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN DE LAS PROTECCIONES UTILIZADAS POR LOS JUGADORES DE <i>PILOTA VALENCIANA</i>	51
4.1.2.1. Diseño de encuestas	51
4.1.2.2. Muestra de estudio.....	54
4.1.2.3. Recogida de la información	55
4.1.2.4. Tratamiento estadístico.....	56
4.2. ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LESIONES Y MOLESTIAS EN LA MANO.....	59
4.2.1. VARIABLES ANALIZADAS.....	59
4.2.2. MUESTRA DE ESTUDIO	59
4.2.3. INSTRUMENTOS DE MEDIDA UTILIZADOS.....	61
4.2.4. RECOGIDA DE LA INFORMACIÓN	62
4.2.5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....	62
4.3. DISEÑO DEL GUANTE DE PROTECCIÓN	63
4.3.1. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DEL GUANTE	63
4.3.2. ESTUDIO DE MATERIALES PARA LA MANO: <i>DROP TEST</i>	64
4.3.2.1. Diseño de experiencias.....	64
4.3.2.2. Muestra de estudio.....	65
4.3.2.3. Tratamiento estadístico.....	66
4.3.3. ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO DE LA MANO	66
4.3.4. SOLUCIONES DE DISEÑO Y PROTOTIPO DESARROLLADO.....	68
4.4. VALIDACIÓN BIOMECÁNICA DEL GUANTE DE PROTECCIÓN	69
4.4.1. MUESTRA DE ESTUDIO	69
4.4.2. DISEÑO DE EXPERIENCIAS	70
4.4.2.1. Descripción del ensayo biomecánico.....	70
4.4.2.2. Ensayo piloto.....	76

ÍNDICE

4.4.2.3. Definición de una protección tradicional tipo.....	76
4.4.3. VARIABLES ANALIZADAS.....	77
4.4.3.1. Precisión en el golpeo y distancia alcanzada después del golpeo.....	77
4.4.3.2. Presiones palmares.....	78
4.4.3.3. Valoración de los jugadores del guante de protección.....	79
4.4.4. PUESTA A PUNTO DEL EQUIPO DE MEDICIÓN DE PRESIONES PALMARES.....	80
4.4.4.1. Prueba de funcionamiento.....	81
4.4.4.2. Tratamiento estadístico.....	81
4.4.5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....	81
4.4.5.1. Precisión en el golpeo y distancia alcanzada después del golpeo.....	82
4.4.5.2. Presiones palmares durante el golpeo.....	83
4.4.5.3. Valoración de los jugadores del guante de protección.....	83

5. RESULTADOS

5.1. ESTUDIO INICIAL PARA CONOCER LAS NECESIDADES Y PREFERENCIAS DE LOS USUARIOS Y ESTABLECER LOS CRITERIOS DE DISEÑO DE UN GUANTE DE PROTECCIÓN.....	85
5.1.1. PROBLEMÁTICA EXISTENTE EN TORNO A LAS PROTECCIONES.....	85
5.1.1.1. Resultados del panel de expertos.....	85
5.1.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN DE LAS PROTECCIONES.....	87
5.1.2.1. Resultados descriptivos de los datos técnicos de las protecciones.....	87
5.1.2.2. Resultados del análisis factorial y de componentes principales.....	102

5.2. ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LESIONES Y MOLESTIAS EN LA MANO.....	119
5.2.1. RESULTADOS SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LESIONES Y MOLESTIAS EN LA MANO	119
5.2.1.1. Resultados descriptivos de la percepción de lesiones y molestias en la mano	119
5.2.1.2. Resultados del análisis diferencial de la percepción de molestias en la mano.....	122
5.3. DISEÑO DEL GUANTE DE PROTECCIÓN.....	123
5.3.1. RESULTADOS DE LAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DEL GUANTE.....	123
5.3.2. RESULTADOS DEL <i>DROP TEST</i>	125
5.3.2.1. Resultados descriptivos de la amortiguación de los impactos que ofrecen los materiales utilizados por los <i>pilotaris</i> y otros de uso común en otras modalidades deportivas.....	125
5.3.3. RESULTADOS DE LAS SOLUCIONES DE DISEÑO Y PROTOTIPO DESARROLLADO	127
5.3.3.1. Resultados de la cantidad y tipo de material del guante.....	127
5.3.3.2. Resultados de los materiales estructurales, de ajuste y de protección. Prototipo desarrollado.....	128
5.4. VALIDACIÓN BIOMECÁNICA DEL GUANTE DE PROTECCIÓN.....	131
5.4.1. DEFINICIÓN DE UNA PROTECCIÓN TRADICIONAL TIPO	131
5.4.2. PUESTA A PUNTO DEL EQUIPO DE MEDIDA DE PRESIONES PALMARES	133
5.4.2.1. Resultados de la prueba de funcionamiento.....	133
5.4.3. RESULTADOS COMPARATIVOS DE LA PRECISIÓN EN EL GOLPEO Y DE LA DISTANCIA ALCANZADA DESPUÉS DEL GOLPEO	135

ÍNDICE

5.4.4. RESULTADOS COMPARATIVOS DE LAS PRESIONES PALMARES DURANTE EL GOLPEO	140
5.4.5. RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DEL GUANTE DE PROTECCIÓN.....	143

6. DISCUSIÓN

6.1. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA Y DE LAS NECESIDADES Y PREFERENCIAS DE LOS <i>PILOTARIS</i>	146
6.1.1. ACEPTACIÓN DEL GUANTE DE PROTECCIÓN.....	146
6.1.2. ASPECTOS MÁS IMPORTANTES EN LAS CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE UNA PROTECCIÓN PARA LA MANO	147
6.1.3. DISTRIBUCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA MANO. TIPOLOGÍAS DE PROTECCIÓN	153
6.2. ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN DE LESIONES Y MOLESTIAN EN LA MANO QUE SUFREN LOS <i>PILOTARIS</i>	160
6.3. VALIDACIÓN BIOMECÁNICA DEL GUANTE DE PROTECCIÓN.....	163
6.3.1. ANÁLISIS DE LA PUESTA A PUNTO DEL EQUIPO DE MEDIDA DE PRESIONES PALMARES	163
6.3.2. ANÁLISIS DE LA PRECISIÓN Y DISTANCIA ALCANZADA EN EL GOLPEO.....	165
6.3.3. ANÁLISIS DE LAS PRESIONES PALMARES.....	166
6.3.4. ANÁLISIS DE LA VALORACIÓN DE LOS JUGADORES DEL GUANTE DE PROTECCIÓN	168
6.4. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	173

7. CONCLUSIONES

7.1. CONCLUSIONES METODOLÓGICAS.....	175
7.2. CONCLUSIONES DERIVADAS DE LOS RESULTADOS.....	176

ÍNDICE

7.2.1. EN RELACIÓN A LAS NECESIDADES Y PREFERENCIAS DE LOS <i>PILOTARIS</i>	176
7.2.2. EN RELACIÓN A LAS MOLESTIAS EN LA MANO.....	177
7.2.3. EN RELACIÓN AL SISTEMA DE MEDIDA DE PRESIONES PALMARES UTILIZADO.....	178
7.2.4. EN RELACIÓN AL GUANTE DE PROTECCIÓN DESARROLLADO	178
7.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	179

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	180
-------------------------------	-----

9. ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTA UTILIZADA EN EL ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN	190
ANEXO 2. CONSENTIMIENTO FIRMADO POR LOS <i>PILOTARIS</i>	200
ANEXO 3. ENCUESTA UTILIZADA EN EL ESTUDIO HORIZONTAL DE PERCEPCIÓN DE LESIONES Y MOLESTIAS EN LA MANO	201
ANEXO 4. CÁLCULOS PARA DETERMINAR LAS CONDICIONES DEL ENSAYO DEL <i>DROP TEST</i>	205
ANEXO 5. MATERIALES ANALIZADOS CON EL <i>DROP TEST</i>	206
ANEXO 6. FICHA DE REGISTRO DEL ENSAYO BIOMECÁNICO	207
ANEXO 7. ENCUESTA DEL GUANTE DE PROTECCIÓN	208

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fresco griego que representa *la Fenninde*, antecedente de la modalidad actual de *llargues*.

Figura 2. Partida de *jeu de paume* utilizando raquetas.

Figura 3. Partes de un trinquete de *pilota valenciana*.

Figura 4. Partida de *raspall* (izquierda) y de *escala i corda* (derecha) disputada en trinquete.

Figura 5. *Pilotes de vaqueta* utilizadas en *escala i corda*.

Figura 6. Seriación del golpeo de *palma* realizado por un *pilotari*.

Figura 7. Seriación del golpeo de *raspada* realizado por un *pilotari*.

Figura 8. Jugadores preparándose las manos antes del inicio de la partida.

Figura 9. Protecciones tradicionales empleadas por los jugadores.

Figura 10. Mapa del cuerpo humano y lesiones más frecuentes en *pilota valenciana* (Montaner *et al.*, en prensa).

Figura 11. Localización y porcentaje de dolencias de los jugadores de Pelota Vasca (Gámez, 2008).

Figura 12. Radiografía de la mano de un *pelotari* vasco en la que se observa la desviación del quinto dedo en su falange distal.

Figura 13. Jugador colocándose una chapa en la zona de los metacarpos (izquierda) y diferentes tipos de planchas (derecha).

Figura 14. Protección tradicional de *pilota valenciana*.

Figura 15. Guante tradicional de *pilota valenciana*.

Figura 16. *Didals* de piel (izquierda) y de plástico (derecha) para resguardarse el extremo de los dedos en la protección utilizada en *raspall* (centro).

Figura 17. Guante de protección para pelota vasca (Gámez, 2008).

Figura 18. Guante “BABESKU” para jugar a pelota a mano vasca.

Figura 19. Guante utilizado en la modalidad de juego belga conocida como “Balle Pelote”.

Figura 20. Guante de protección utilizado en el “American Handball”.

ÍNDICE

- Figura 21. Guante instrumentado de la marca Tekscan® utilizado sobre un bate de béisbol.
- Figura 22. Transmisor utilizado en pelota vasca (izquierda) y nuevo transmisor del equipo Biofoot/IBV (derecha).
- Figura 23. Modelo de interacción con los niveles de estudio.
- Figura 24. Plan de trabajo de la Tesis Doctoral.
- Figura 25. Zonas de protección de la mano definidas en el estudio.
- Figura 26. Esquema de medida del *drop test*.
- Figura 27. Medidas antropométricas de la mano utilizadas en la elaboración del guante (marcadas en círculo).
- Figura 28. Cañón neumático (izquierda) y radar (derecha) utilizados en los ensayos biomecánicos.
- Figura 29. Ensayo biomecánico.
- Figura 30. Guante instrumentado para la medición de presiones palmares (Biofoot/IBV): Sin protección (izquierda) y con protección tradicional (derecha).
- Figura 31. Equipamiento completo del sistema de análisis de presiones palmares.
- Figura 32. Guante instrumentado (Biofoot/IBV) y zonas de impacto (en rojo, izquierda) y correspondencia numérica de cada uno de los ocho sensores en la mano (derecha).
- Figura 33. Jugador colocándose una plancha de metal en la zona de la cabeza de los metacarpos.
- Figura 34. Tiempo dedicado en la confección de la protección.
- Figura 35. Efecto que tienen las actuales protecciones sobre el rendimiento.
- Figura 36. Influencia de la protección en la velocidad de salida de la pelota.
- Figura 37. Jugadores *restos* de la modalidad de *escala i corda* que utilizan material blando (en rojo) y tipo de material blando más utilizado (en negro).
- Figura 38. Jugadores *restos* de la modalidad de *escala i corda* que utilizan material rígido (en rojo) y tipo de material rígido más utilizado (en negro).
- Figura 39. Jugadores *mitgers* de la modalidad de *escala i corda* que utilizan material blando (en rojo) y tipo de material blando más utilizado (en negro).

ÍNDICE

Figura 40. Jugadores *mitgers* de la modalidad de *escala i corda* que utilizan material rígido (en rojo) y tipo de material rígido más utilizado (en negro).

Figura 41. Jugadores *restos* de la modalidad de *raspall* que utilizan material blando (en rojo) y tipo de material rígido más utilizado (en negro).

Figura 42. Jugadores *restos* de la modalidad de *raspall* que utilizan material rígido (en rojo) y tipo de material rígido más utilizado (en negro).

Figura 43. Jugadores *mitgers* de la modalidad de *raspall* que utilizan material blando (en rojo) y tipo de material rígido más utilizado (en negro).

Figura 44. Jugadores *mitgers* de la modalidad de *raspall* que utilizan material rígido (en rojo) y tipo de material rígido más utilizado (en negro).

Figura 45. Resultado del *cluster* de *escala i corda*: zonas donde quedan distribuidos los factores para el material blando.

Figura 46. Resultado del *cluster* de *escala i corda*: zonas donde quedan distribuidos los factores para el material rígido.

Figura 47. Configuración básica de la protección de *escala i corda* atendiendo al valor de los estadísticos descriptivos de las diferentes cantidades de material blando (a la izquierda) y de material rígido (a la derecha).

Figura 48. Resultado del *cluster* de *raspall*: zonas donde quedan distribuidos los 11 factores para el material blando.

Figura 49. Resultado del *cluster* de *raspall*: zonas donde quedan distribuidos los 11 factores para el material duro.

Figura 50. Configuración básica de la protección de *raspall* atendiendo al valor de los estadísticos descriptivos de las diferentes cantidades de material blando (a la izquierda) y de material rígido (a la derecha).

Figura 51. Mapa de la mano y porcentaje de lesión de cada zona.

Figura 52. Porcentaje de *pilotaris* que ha tenido que interrumpir su actividad deportiva por sufrir diversas lesiones corporales.

Figura 53. Diagramas de caja de las 36 muestras analizadas en el *drop test* con acelerómetro.

ÍNDICE

Figura 54. Distribución en el guante, por zonas, de la cantidad y tipo de material de protección.

Figura 55. Imágenes del prototipo de guante desarrollado para jugar a *pilota valenciana*.

Figura 56. Protección tradicional tipo utilizada en la validación biomecánica del guante.

Figura 57. Distribución y cantidad de material en la protección tradicional tipo.

Figura 58. Ejemplo de señal adquirida por el sensor 4 en uno de los golpes de la prueba de funcionamiento.

Figura 59. Diferencias significativas entre el guante de protección y la protección tradicional para la variable distancia alcanzada después del golpeo.

Figura 60. Diferencias significativas en los jugadores de categoría amateur entre el guante de protección y la protección tradicional para la variable distancia alcanzada después del golpeo.

Figura 61. Diferencias significativas en los jugadores en posición de resto entre la guante de protección y la protección tradicional para la variable distancia alcanzada después del golpeo.

Figura 62. Zonas de mayor impacto medio (kPa) con el guante de protección (puntos rojos) y las dos zonas de menor impacto medio (puntos verdes).

Figura 63. Zonas con una menor presión (kPa) utilizando el guante de protección, una vez realizado el análisis comparativo de la varianza ($p < 0.05$).

Figura 64. Error descrito en la encuesta de valoración del guante: cubrir mejor las zonas que protegen los tacos de protección (marcado en rojo).

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Modalidades de *pilota valenciana* e instalaciones en las que se juegan.

Tabla 2. Comparación entre diversos sistemas de análisis de presiones en la palma de la mano (Gámez, 2008).

Tabla 3. Descripción de los aspectos analizados en el panel de expertos.

Tabla 4. Características del panel de expertos.

Tabla 5. Descripción de la muestra: experiencia y dedicación a la actividad.

Tabla 6. Codificación de la cantidad de material utilizado por los jugadores para el material blando y el material rígido.

Tabla 7. Nivel competitivo de la muestra.

Tabla 8. Descripción de la muestra: experiencia y dedicación a la actividad.

Tabla 9. Descripción de la muestra: modalidades de *pilota valenciana* practicadas.

Tabla 10. Descripción de la muestra: posición de juego.

Tabla 11. Especificaciones de diseño analizadas en la confección del prototipo de guante.

Tabla 12. Medidas antropométricas de la mano (en mm) para cada una de las tallas del guante.

Tabla 13. Descripción de la muestra: experiencia y dedicación a la actividad.

Tabla 14. Estructura del ensayo biomecánico y descripción de cada una de las tareas.

Tabla 15. Características de las pelotas de ensayo (medias de 5 repeticiones).

Tabla 16. Descripción de la variable de precisión en el golpeo y de la variable distancia alcanzada después del golpeo.

Tabla 17. Variables de percepción del usuario utilizadas en la validación del guante de protección.

Tabla 18. Objetivo de la puesta a punto del equipo de medición de presiones palmares.

Tabla 19. Resultados del panel de expertos agrupados en familia de necesidades.

Tabla 20. Tipos de materiales y combinaciones habituales de los mismos utilizados en la confección de la protección.

ÍNDICE

Tabla 21. Resultados del análisis de componentes principales de *escala i corda*. Factores resultantes del análisis factorial y porcentaje de la varianza total explicada.

Tabla 22. *Escala i corda*: relación entre las 56 variables y los factores resultantes del análisis factorial.

Tabla 23. Resultados del *clustering* de *escala i corda*. Tabla ANOVA que relaciona los 11 factores con los 2 conglomerados definidos.

Tabla 24. Tabla de *clusters* de *escala i corda*.

Tabla 25. Estadísticos descriptivos del material blando utilizado por los jugadores de *escala i corda* para las diferentes zonas de protección de la mano.

Tabla 26. Estadísticos descriptivos del material rígido utilizado por los jugadores de *escala i corda* para las diferentes zonas de protección de la mano.

Tabla 27. Resultados del análisis de componentes principales de *raspall*. Factores resultantes del análisis factorial y porcentaje de la varianza total explicada.

Tabla 28. Resultados del *clustering* de *raspall*: tabla ANOVA ($p < 0.05$) que relaciona los 11 factores con los 2 conglomerados definidos.

Tabla 29. Tabla de *clusters* de *raspall*.

Tabla 30. Estadísticos descriptivos del material blando utilizado por los jugadores de *raspall* para las diferentes zonas de protección de la mano.

Tabla 31. Estadísticos descriptivos del material rígido utilizado por los jugadores de *raspall* para las diferentes zonas de protección de la mano.

Tabla 32. Incidencia de molestias en la mano en función de la posición de juego, de la modalidad practicada y del nivel deportivo.

Tabla 33. Especificaciones de diseño que deberá cumplir el guante de protección en función de la opinión de los jugadores.

Tabla 34. Resultados del ANOVA del *drop test* al comparar la reducción de fuerzas entre diversos materiales.

Tabla 35. Materiales estructurales del prototipo de guante.

Tabla 36. Elementos de ajuste del prototipo de guante.

Tabla 37. Elementos de protección del prototipo de guante.

ÍNDICE

Tabla 38. Estadísticos descriptivos de la prueba de funcionamiento del equipo de medición de presiones palmares.

Tabla 39. Resultados comparativos de la precisión en el golpeo entre el guante de protección y la protección tradicional en función de diferentes variables de agrupación.

Tabla 40. Resultados descriptivos de la distancia alcanzada después del golpeo.

Tabla 41. Resultados descriptivos de las presiones palmares obtenidas durante los ensayos biomecánicos con una y otra protección.

Tabla 42. Análisis de la varianza de la media de las presiones palmares máximas obtenidas durante los ensayos biomecánicos con una y otra protección.

Tabla 43. Resultados de la encuesta acerca del guante de protección. En sombreado, la casilla con mayor frecuencia de respuesta.

Tabla 44. Diferencias significativas en función del nivel deportivo de las valoraciones subjetivas del guante de protección ($p < 0.05$).

Tabla 45. Tendencias en el modo de protegerse las manos en la modalidad de *escala i corda* y de *raspall*, extraídas del análisis descriptivo.

Tabla 46. Tendencias en el modo de protegerse las manos en función de la posición de juego en *escala i corda* y en *raspall*, extraídas del análisis descriptivo.

Tabla 47. Posibles aplicaciones del sistema de análisis de presiones palmares Biofoot/IBV.

Tabla 48. Aciertos, errores y aspectos mejorables en el diseño del guante de protección.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ORIGEN DE LA TESIS

La actividad física y el deporte han ocupado siempre un espacio importante en mi vida. Desde muy pequeño he estado ligado al deporte practicando diferentes tipos: judo, baloncesto, fútbol, natación, frontenis, etc. Actualmente, sigo practicándolo y, desde la docencia, trato de enseñar a los más jóvenes a realizarlo de una forma divertida y saludable. La enseñanza, desde que comencé los estudios de Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, es mi vocación.

En la facultad, siempre pude aprender cosas interesantes de cada profesor, siendo las ramas científicas que más me motivaron la fisiología y la biomecánica deportiva. Mi interés por la fisiología fue lo que me llevó a estudiar la diplomatura de Nutrición Humana y Dietética y, gracias a la biomecánica, pude conocer al Dr. D. Salvador Llana Belloch, siempre un referente y una ayuda en mi aprendizaje.

En el año 2004 comencé mis estudios del programa de doctorado: 987-122A “Educación Física y Deporte” y, asesorado por mi hermana, la Dra. Dña. Ana María Montaner Sesmero, solicité una beca de colaboración en el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV): “centro tecnológico que estudia el comportamiento del cuerpo humano y su relación con los productos, entornos y servicios que utilizan las personas...” (<http://www.ibv.org/es/que-es-el-ibv>). En el IBV (2005), de la mano del Dr. D. Javier Gámez Payá, empecé mi carrera investigadora aplicada. En la antigua sección de Material y Equipamiento para el Deporte y Ocio (IBV) pude trabajar en diversas líneas de investigación científica, destacando la relacionada con el diseño de productos deportivos para los usuarios (zapatillas de fútbol sala; calzado para deportes de arena; botas de fútbol; empuñaduras para los banderines de los árbitros asistentes de fútbol;

INTRODUCCIÓN

guante de protección para *pilota valenciana*). El proyecto destinado a la mejora y promoción de la *pilota valenciana*, fue al que dediqué mayor tiempo y esfuerzo.

Así, dentro del proyecto “Estudio de la *Pilota Valenciana*” que se inició en 2003, financiado por la *Generalitat Valenciana*, intervine fundamentalmente en el subproyecto destinado a la mejora de las protecciones artesanales de los jugadores, el cual finalizó en 2009. La motivación e interés que despertó en mí este proyecto, hizo que me decantara por esta línea de investigación para el desarrollo de la Tesis Doctoral. En este largo proceso, también ha sido determinante la buena predisposición mostrada por los dos codirectores de la misma, el Dr. D. Javier Gámez, mi tutor en el IBV y responsable del proyecto de *Pilota Valenciana*, y el Dr. D. Salvador Llana, tutor de la Universidad de Valencia, quien también dirigió mi proyecto de investigación: “Estudio horizontal de las protecciones utilizadas por los jugadores de *pilota valenciana*”, presentado en 2007.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. EL JUEGO DE PELOTA

2.1.1. LOS JUEGOS DE PELOTA A MANO A LO LARGO DE LA HISTORIA

La mayoría de los deportes que actualmente se practican con un elemento básico como una pelota o balón, han tenido un origen común o se han visto influenciados por juegos de pelota practicados en la Antigüedad. En cada uno de los pueblos donde se practicaban, se crearon estilos de juego propios, adaptados a su idiosincrasia y a sus particulares condiciones naturales y culturales (González, Agulló, Valderrama y Aleixandre, 2010). Así, por ejemplo, los esquimales fabricaban pelotas con piel de foca, los indonesios utilizaban hojas de palmera y los aztecas las hacían con caucho (Conca *et al.*, 2003). Entre las modalidades que han empleado un elemento esférico como parte esencial del juego, destacan el “*Kemari*” en Japón, el “*Tsúchu*” en China, el “*Ishataboli*” en el caso de los indios de Norteamérica, el “*Pock-ta-pok*” de los Mayas y el “*Tlatchli*” de los Aztecas (Pérez y Llana, 2004).

Los juegos de pelota conforman un extenso grupo, con una riqueza intrínseca y cultural difícilmente comparable con otro tipo de juegos o deportes. En este gran grupo, destacan aquellos juegos de pelota en los cuales la pelota se golpea con la mano. En torno a éstos, existe una gran tradición y arraigo en diversos países de Europa, América y Asia, con un total de 20 federaciones nacionales, 20.194 licencias federativas y 908 clubes en todo el mundo (Martínez y Alcántara, 2004). En España, se encuentran dos grandes referentes de los juegos de pelota: la *pilota valenciana* y la pelota vasca.

2.1.1.1. Origen y evolución de la *pilota valenciana*

La *pilota valenciana* es un deporte tradicional arraigado a la Comunidad Valenciana que ha conseguido perdurar a través del tiempo como parte cultural de los valencianos. Las primeras noticias del juego de pelota en las comarcas valencianas las encontramos en la mención a la Placeta del Jugador de Pelota en Alcoi, a finales del siglo XIII, poco tiempo después del ataque de Al-Azraq a la villa, el año 1276 (Conca *et al.*, 2003). Sin embargo, las referencias más primitivas de los juegos de pelota surgen en la **Antigua Grecia**. En esta época, tal y como describe Inúrria (1987) después de estudiar el fresco sepulcral encontrado en Atenas (s.VII a.C) (figura 1), surge el juego llamado *Fenninde*, cuyas características son similares a una de las modalidades más antiguas de la *pilota valenciana* que aún sigue practicándose: *les llargues* (Conca *et al.*, 2003; Conca y Pérez, 1999).



Figura 1. Fresco griego que representa *la Fenninde*, antecedente de la modalidad actual de *llargues*.

En la **Roma clásica** los juegos de pelota evolucionan, apareciendo 4 nuevas modalidades: *la follis*, *la trigonalia*, *la paganica* y *el harpastum* (Conca *et al.*, 2003). Según Millo (1976), el ***harpastum*** es el antecedente de la actual modalidad de *raspall*. Por otro lado, en **Francia** los juegos de pelota adquirieron una gran tradición y auge a

partir del s. XII. El nombre de la modalidad que se practicaba en Francia se conoce como *jeu de paume* o juego de palma. El juego consistía en golpear con la mano una pelota esférica que pesaba unos 29 gramos y era practicado principalmente por nobles y reyes (Millo, 1976). Para poder jugar en días de lluvia, se empezaron a construir salas cubiertas de unos 30 m. de largo por 12 m. de ancho, con un tejado que cubría la galería lateral donde se sentaba el público, protegido por una especie de malla. El terreno de juego estaba embaldosado y dividido en dos partes por una red central (Conca *et al.*, 2003). Estas primeras canchas podrían ser el origen de las instalaciones de pelota y de los trinquetes actuales.

La generalización del *jeu de paume* por el territorio francés se produjo en el transcurso de los siglos XIII y XIV. Asimismo, en otros países europeos como **Inglaterra** e **Italia** se empezaron a practicar juegos de pelota, siendo en Italia donde probablemente se introdujo por primera vez el uso de raquetas y palas (Larumbe, 1991). Parece ser, que la excesiva dureza de la pelota propició la introducción de las palas en el *jeu de paume*, ya en el siglo XV (figura 2). Este cambio hace pensar que en aquellos tiempos los jugadores no se protegían adecuadamente sus manos. Un siglo más tarde (s. XVI), se empezaron a emplear raquetas de cuerda en estos acontecimientos, convirtiéndose así en los primeros antecedentes del tenis actual (Conca *et al.*, 2003; Larumbe, 1991).



Figura 2. Partida de *jeu de paume* utilizando raquetas.

En Francia, el aumento del número de recintos de juego revelaba el buen momento que atravesaba el juego de pelota en el siglo XVI. Únicamente en París ya había 250 canchas de juego, 40 en Orleáns y 25 en Potiers, así como en prácticamente todos los castillos de la época. Se llamaba *jeu de paume* si se jugaba en los trinquetes o recintos cerrados, en cambio, si el juego tenía lugar al aire libre se conocía como *long paume*, modalidad que también poseía unas características muy similares al *joc de llargues* valenciano (Conca *et al.*, 2003).

Tras la Revolución Francesa, se pasó de una época de esplendor del *jeu de paume*, a un periodo de decadencia, hasta tal punto, que a mediados del siglo XIX, tan solo había una instalación abierta en París (Conca *et al.*, 2003). Sin embargo, en España, principalmente en la zona de Castilla y del País Vasco, se continuó jugando a una modalidad muy similar a *les llargues* durante los siglos XV, XVI y XVII (Millo, 1976). Son numerosas las referencias bibliográficas que así lo confirman: “Farsa famosa del juego de pelota” (Calderón de la Barca), en “Días de fiesta por la tarde” (Juan Zabaleta) o en *els “Diàlegs”* (Lluís Vives).

En **Valencia** en el s. XIV, tanto nobles como plebeyos practicaban una de las modalidades más antiguas: *les llargues*, la cual ya se jugaba sin implementos, sólo con la mano y con los jugadores enfrentados entre sí. Esta modalidad, heredada de la época medieval, ha mantenido su pureza a lo largo de los siglos, evolucionando a otras modalidades exclusivas de la *pilota valenciana* como *l' escala i corda*, *el raspall*, *la galotxa*, *el rebot* y *la perxa*, entre otras. Mientras, en otras partes de España como el País Vasco, la pelota a mano sufrió diversas modificaciones: la aparición del frontón, el cambio en la forma de jugar y la utilización de implementos como la pala, la paleta o la cesta-punta (Conca *et al.*, 2003; Conca y Pérez, 1999).

Respecto a su proceso de extensión, la influencia francesa hizo que el juego llegara a Suiza, Alemania, Holanda y Suecia, aunque su práctica no llegó a popularizarse. Por el contrario en Bélgica e Inglaterra, el juego se consolidó y evolucionó de diversas formas hasta nuestros días.

En relación al modo en que los jugadores se han protegido las manos a lo largo de la historia, poco es lo que se conoce con certeza. La información que puede conservarse es aquella que ha sido transmitida de boca en boca y de generación en generación. En la Comunidad Valenciana la construcción de la protección se ha realizado siempre de forma artesanal, con diferentes tipos de materiales cotidianos u otros procedentes de otras disciplinas no deportivas, tal y como se detallará en adelante.

2.1.1.2. La *pilota valenciana* contemporánea

La Guerra Civil Española y el posterior régimen de Franco (1936 – 1975) constituyeron un obstáculo en la supervivencia del juego de *pilota valenciana*. Los factores más destacables que contribuyeron a que se diera este periodo de decadencia fueron:

1. El juego de *pilota valenciana* no era un buen lugar para los “buenos católicos” ya que en los trinquetes se hacían apuestas y se blasfemaba (Llopis i Bauset, 1987).
2. Las clases acomodadas le dieron la espalda al considerar que era un juego propio de “gente de pueblo”, con una menor categoría social (al igual que ocurrió con el uso del valenciano como lengua).
3. El aumento del uso del automóvil y otros transportes en los años 60 dificultaron el juego en la calle.
4. La implantación de elementos físicos tipo luces, rótulos, cristaleras, etc., modificaron el aspecto físico de la calle, dificultando el juego.
5. Las retransmisiones deportivas por televisión de deportes foráneos de origen fundamentalmente anglosajón, quitaron protagonismo al juego de *pilota*.

Después de este periodo, podría definirse un tiempo de estancamiento, en el cual la *pilota valenciana* se ha mantenido “viva” fundamentalmente en aquellos núcleos o localidades con un mayor arraigo histórico.

Por otra parte, recientemente (desde hace 10-15 años) se vienen produciendo una serie de cambios que están favoreciendo la recuperación de la *pilota valenciana*. Algunos de los acontecimientos más importantes que pueden destacarse son:

1. La edición de libros divulgativos y la promoción a través de los medios de comunicación, que contribuyen a conocer mejor el juego de la *pilota valenciana*.
2. Surge la primera empresa privada que gestiona el espectáculo deportivo, respalda y asesora profesionalmente a los *pilotaris*.
3. Aparecen artículos, cursos y seminarios de formación de los aspectos metodológicos y didácticos del juego (Montaner, Montaner y Benedicto, 2008; Naya, 2007; Durbá i Cardó, 2000; Conca *et al.*, 2003; Pérez y Conca, 1999).
4. Creación de nuevas escuelas deportivas de *pilota* y organización de trofeos y campeonatos tanto de carácter autonómico como internacional, gracias a la aportación de entidades públicas y privadas.
5. Creación de nuevos trinquetes y restauración o mejora de viejas instalaciones.
6. Surgen estudios de carácter científico y académico (González *et al.*, 2010) en el ámbito biomecánico relacionados con el juego y sus instalaciones (Montaner, 2010; Pérez y Llana, 2004; Martínez y Alcántara, 2004; Soler, Navarro y Brizuela, 2001).

Por último, es necesario destacar el esfuerzo que se está realizando para la promoción de este deporte a nivel escolar, el cual viene definido fundamentalmente por:

- a) La Orden de 2/3/2000 publicada en el DOGV 3703 (7/3/2000) que introduce y regula la construcción de instalaciones de *pilota valenciana* en los centros escolares de nueva creación. Según esta orden, la zona docente quedará constituida por el gimnasio polideportivo cubierto compuesto por los módulos: sala polideportiva, frontón, trinquete y *galotxa*
- b) La introducción de contenidos propios de *pilota valenciana* en el currículo escolar de la asignatura de Educación Física, tanto de la Educación Primaria (Decreto 111/2007), como de la Educación Secundaria (Decreto 112/2007) o de Bachillerato (102/2008).

No obstante, a pesar de la dedicación y esfuerzo llevado a cabo en los últimos años por profesores, investigadores, empresas, organismos públicos, etc., para que la *pilota valenciana* recupere su espacio y tenga un mayor número de practicantes, existen una serie de **aspectos que dificultan su expansión y promoción**. Esta problemática se puede agrupar en los siguientes apartados:

- En primer lugar, el elevado número de lesiones que sufren los jugadores (Montaner, Llana, Gámez y Montaner, en prensa) y que dificulta la práctica continua y saludable de la *pilota valenciana*.
- En segundo lugar, el excesivo tiempo que los jugadores destinan a colocarse las protecciones (Montaner, Alcántara, Llana y Gámez, en prensa).

- Por último, la ausencia de una normativa que establezca las características biomecánicas de los trinquetes como resultado de la interacción entre el jugador y la pelota con el pavimento y el abandono general de los mismos. Así, cada trinquete tiene sus propias características, aspecto que influye negativamente en la calidad del juego desarrollado y en la salud de los jugadores. Al respecto, ya se han establecido las bases para crear una futura normativa de trinquetes de *pilota valenciana* (Montaner, 2010).

2.1.2. ELEMENTOS DEL JUEGO DE LA PILOTA VALENCIANA

2.1.2.1. Instalaciones

Las diferentes modalidades de *pilota valenciana* pueden ser practicadas *al carrer*, en el frontón, en la *galotxa*, en la *galotxeta* o dentro de un recinto de juego específico conocido como trinquete. Antiguamente, se jugaba *al carrer* a *pilota* de forma espontánea, mientras que en la actualidad esta riqueza popular del juego prácticamente ha desaparecido. Las pocas partidas que se realizan en la calle suelen ser exhibiciones planificadas del juego, que requieren anular el tráfico de vehículos para que puedan llevarse a cabo. Ante esta situación, se construyeron los llamados *carrers artificials*, que son instalaciones que simulan las calles con sus diferentes elementos (puertas, balcones, bordillos...). La otra instalación característica es el trinquete, definida por *la Federació de Pilota Valenciana* (1986), como la “instalación deportiva específica para la práctica de la pelota valenciana en las modalidades de juego directo” (figura 3).

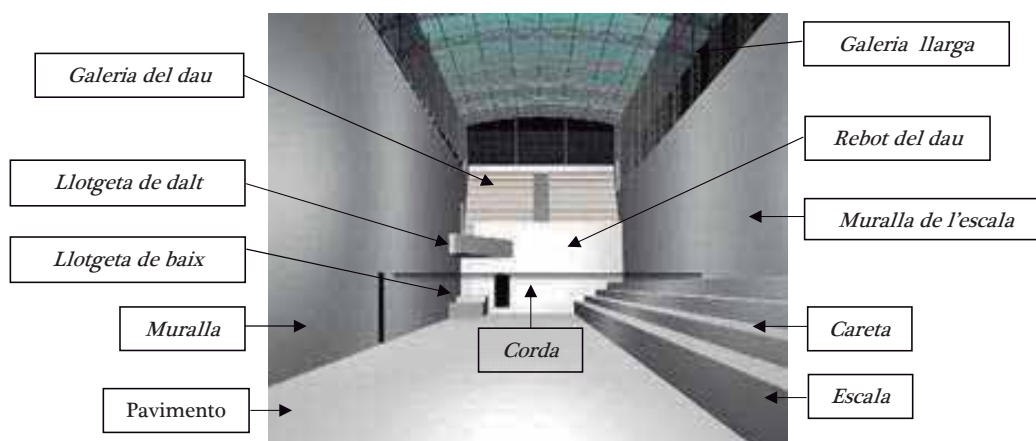


Figura 3. Partes de un trinquete de *pilota valenciana*.

• Características estructurales del trinquete

En el trinquete, la cancha o superficie de juego queda definida por las murallas, dos *rebots* frontales (del *resto* y del *dau*) y la *escala*. Esta superficie es plana y horizontal en las instalaciones cubiertas, mientras que en las descubiertas presenta una ligera pendiente ($\sim 0.5\%$) para evacuar las aguas. El pavimento puede ser de hormigón, terrazo y piedra natural o *bateig*; siendo este último el más idóneo (Vilalta, 1986).

La longitud oscila entre los 43 y los 59 metros, existiendo un mayor número de trinquetes entre 54 y 58 metros de largo. La amplitud total, incluyendo la *escala*, varía entre los 7 y los 11 metros (Conca y Pérez, 1999; Vilalta, 1986).

Las *murallas* son las paredes laterales del trinquete. Una de las *murallas* tiene adosada una *escala* de cuatro peldaños, el primero de los cuales presenta una mayor pendiente hacia la cancha para asegurar la caída de la pelota. En la *escala* se observa la *careta* o parte vista de los frentes de los escalones (Conca *et al.*, 2003; Vilalta, 1986).

Las dos *murallas* están marcadas por unas líneas verticales denominadas *blaus*. Éstas están numeradas del 0 al 9 empezando por el *dau*, dividiendo el trinquete en partes iguales y son utilizadas por los jugadores para conocer su posición en el trinquete. La altura de los *blaus* oscila entre los 2 y los 2.5 metros y los colores predominantes son el rojo, el azul o el negro (Montaner, 2010).

Las paredes frontales son los *rebots*, uno en la parte del *dau* y otro en el *resto*, con una altura de entre cuatro y seis metros. En los trinquetes que no hay *galería* del *resto*, el *rebot* aumenta su altura. Por encima de estas paredes se encuentran las *galerías* y también se sitúa la puerta de acceso y la de los vestuarios (Montaner, 2010).

- **Elementos del terreno de juego: *dau*, la *pedra*, el *tamborí* y la *corda***

El *dau* está situado en el ángulo que forma la *escala* con el frontón, quedando definido por dos rectángulos, uno en la pared del *rebot* y el otro en el pavimento. Las dimensiones del *dau* son: 3.05 m. de ancho en el pavimento, 2.76 m. de largo, 2.20 m. de alto y 2.69 m. de ancho en el *rebot* (Montaner, 2010).

La *pedra* o punto de ejecución del saque, está marcada en el pavimento por un círculo o una baldosa, normalmente de mármol, para garantizar un bote limpio, diferenciándose así del resto. Este elemento queda situado en el campo contrario a 1.50 - 1.60 m. por detrás de la *corda* y entre 1 y 1.20 m. de la *escala* (Montaner, 2010).

Los *tamborins* son chaflanes de piedra, cemento o mármol sin pulir, que se localizan en los ángulos que forman las paredes de los *rebots* con el pavimento. En la pared del *resto* ocupa toda su longitud, mientras que en la pared opuesta, puede ocupar todo el paramento o tan solo lo que ocupa el *dau* (Montaner, 2010).

La *corda* es un elemento que define el terreno de juego, se ubica ligeramente desplazado hacia el *dau* a una altura aproximada de 1.90 m (Montaner, 2010).

2.1.2.2. Modalidades

El deporte de la *pilota valenciana* posee una gran diversidad de modalidades de juego (tabla 1). La característica principal y común de las diferentes modalidades de *pilota valenciana* que existen, es que en todas ellas la pelota se golpea con la mano, variando entre otras cosas, el número de participantes, las características de las instalaciones y la pelota de juego utilizada. Cabe señalar, que la mayoría de autores consultados cita tres modalidades practicadas principalmente en el trinquete: la *escala i corda*, el *raspall* y el *rebot* (Llopis, 1999; Millo, 1976; Moreno, 1992; Soldado, 1999). Sin embargo, a pesar de ser tres las modalidades que se pueden jugar en los trinquetes, se podría decir que en la actualidad las dos modalidades más practicadas en este recinto son la *escala i corda* y el *raspall* (Olaso, 1994).

Tabla 1. Modalidades de *pilota valenciana* e instalaciones en las que se juegan.

MODALIDADES	INSTALACIÓN
<i>Escala i corda; Raspall y Rebot</i>	TRINQUETE
<i>Llargues; Raspall; Perxa; Palma y Galotxa</i>	<i>CARRER</i>
<i>Galotxetes</i>	<i>GALOTXETA</i>
<i>Frontó Valencià</i>	FRONTÓN
<i>Frare</i>	TRINQUETE CON <i>FRARES</i>

- **Reglamento *escala i corda* y *raspall***

En *escala i corda* (figura 4), el objetivo del juego consiste en golpear la pelota por encima de una red llamada *corda*, que divide el *trinquete* en dos mitades iguales. En esta modalidad, se obtiene punto cuando la pelota no se consigue devolver por encima de la *corda* o cuando da más de un bote en el pavimento. Otra posibilidad de hacer punto es enviando la pelota a la zona de la *llogeta de baix* o de *dalt*. Durante el juego sólo está permitido un golpeo por jugador y en la *escala* está permitido que la pelota bote indefinidamente.

Por otro lado, en la modalidad de *raspall* en *trinquete* (figura 4), el objetivo del juego consiste en que la pelota golpee el *tamborí* del equipo contrario. También se consigue punto cuando la pelota golpea los *rebots* y no puede devolverse al aire (si la pelota ha botado en el pavimento previamente) o después del primer bote (si la pelota va directa al *rebot*). Al igual que en *escala i corda*, sólo se permite un golpeo por jugador, aunque en *raspall* la pelota puede dar los botes que se considere necesario o incluso rodar por el pavimento o por la *escala*.



Figura 4. Partida de *raspall* (izquierda) y de *escala i corda* (derecha) disputada en trinquete.

2.1.2.3. La posición de juego de los jugadores

Una partida de *escala i corda* o de *raspall* la disputan normalmente dos equipos formados por parejas o por tríos. Sin embargo, el número de jugadores puede variar existiendo enfrentamientos en desigualdad numérica, como por ejemplo parejas contra tríos, o también se puede jugar de forma individual, lo que se conoce con el nombre de desafío.

En ambas modalidades, los jugadores pueden ocupar diferentes posiciones de juego: *resto*, *mitger* o *punter*. El *resto* es el jugador que ocupa la posición más retrasada en la pista de juego y domina los golpes después de que la pelota toque la pared o haya botado en el pavimento; el *punter* es el que se encuentra más adelantado, mientras que el *mitger* se sitúa en una posición intermedia entre ambos jugadores en el juego de tres contra tres y es quien suele dominar el golpeo de volea.

En *escala i corda* existe un jugador específico que se encarga de poner la pelota en juego al comenzar cada punto. A este jugador especialista se le denomina *feridor*, existiendo uno en cada equipo. El golpeo de saque que realiza se conoce como *ferida*.

2.1.2.4. La pelota de juego

La pelota de juego varía según la modalidad a la que se haga referencia. A nivel profesional, en el caso de las modalidades más practicadas, *escala i corda* y *raspall*, se emplea como pelota de juego la denominada *pilota de vaqueta* (figura 5). En la modalidad de *escala i corda* suelen tener las siguientes características (Conca *et al*, 2003): 42 milímetros de diámetro, 138 milímetros de circunferencia y entre 40 y 42 gramos de peso. En el caso del *raspall*, son más pesadas (alrededor de 50 gramos) y tienen un mayor diámetro.

Por otro lado, existen otro tipo de pelotas menos duras y pesadas, rellenas de trapo y con un núcleo de goma, que son empleadas durante la etapa de iniciación al juego y que se denominan *pilotes de badana*. En otras modalidades como en el *frontó valencià*, se emplea otro tipo de pelota de color blanco y de piel de cabra, conocida como *pilota de tec*. Cada una de estas pelotas presenta características propias de peso, tamaño, dureza y bote.



Figura 5. *Pilotes de vaqueta* utilizadas en *escala i corda*.

La *pilota de vaqueta* tiene una gran tradición y un gran arraigo histórico, siendo su proceso de fabricación totalmente artesanal. Está construida con piel de toro por maestros artesanales conocidos como *piloters*, que consiguen ensamblar a la perfección los 8 triángulos de los que consta. Los *piloters* guardan celosamente el proceso de elaboración, hasta el punto que puede considerarse secreto. En la actualidad, el número de fabricantes activos de pelota en la Comunidad Valenciana son cuatro, según información aportada por la *Federación de Pilota Valenciana* en 2010.

2.1.2.5. La puntuación y las acciones técnicas de golpeo

El objetivo del juego en *escala i corda* y *raspall* es conseguir cuatro *quinzes* (15, 30, *val* y *joc*), con dos de diferencia sobre el contrario para ganar el juego (*joc*). En *escala i corda* suele jugarse a 12 juegos de 5 tantos cada uno (60 tantos), mientras que

en *raspall* se juega a 5 juegos (25 tantos). En el resto de modalidades, el modo de llevar la puntuación es diverso en función de la zona geográfica en la que se juegue.

Las principales formas de jugar (golpear) la pelota son: la *volea*, el *bot de braç*, la *palma* (figura 6), el *manró*, el *bot i volea*, de *bragueta*, el *carxot*, la *caiguda d'escala* y el *rebot*. Además, en *raspall* hay un golpeo específico conocido como la *raspada* (figura 7) y otro llamado *treta* (saque o inicio del punto).

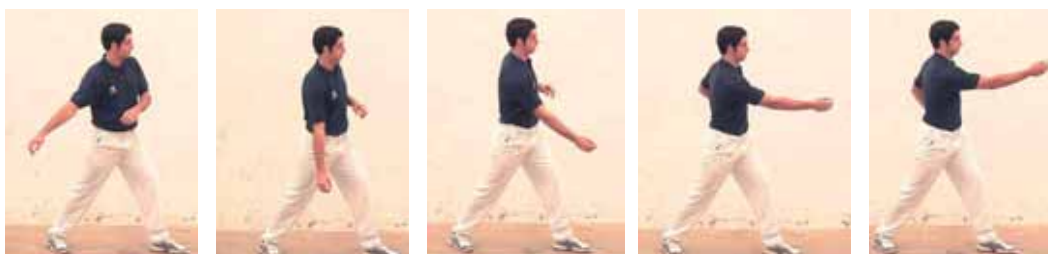


Figura 6. Seriación del golpeo de *palma* realizado por un *pilotari*.



Figura 7. Seriación del golpeo de *raspada* realizado por un *pilotari*.

2.1.2.6. El material de protección

Los jugadores, como consecuencia de golpear una pelota tan dura y pesada (*pilota de vaqueta*), sufren fuertes impactos en sus manos durante las diferentes acciones de golpeo que conlleva el juego. Para amortiguar estos impactos, se protegen ambas manos de forma artesanal con distintos tipos de materiales antes de cada partida o de

cada entrenamiento (figura 8). Suelen utilizar cinta adhesiva de doble cara, planchas de metal, cartas, *didals*, Tesamoll® (material similar a la goma EVA), cartuchos, cuero, etc. Una vez elaborada la protección se cubre con esparadrapo (figura 9).



Figura 8. Jugadores preparándose las manos antes del inicio de la partida.



Figura 9. Protecciones tradicionales empleadas por los jugadores.

2.1.3. EPIDEMIOLOGÍA DE LA MANO EN LOS DEPORTES DE PELOTA A MANO

2.1.3.1. Estudios epidemiológicos de la mano en *pilota valenciana*

La calidad del juego que es capaz de desarrollar un jugador de *pilota valenciana*, está directamente influenciada por la ausencia de lesiones o molestias en la mano. En este sentido, resulta fundamental tener una protección de la mano eficaz, que además de evitar las molestias en la mano, sea capaz de ofrecer la suficiente sensibilidad durante el golpeo y esté construida apropiadamente para poder direccionar la pelota según las necesidades del juego.

Hasta hace unos años, la literatura científica en torno a las lesiones y molestias en la mano de los jugadores de *pilota valenciana* era escasa. Tan solo, Conca *et al.*, (2003) y Martínez y Alcántara (2004) citaban como lesión más importante y frecuente en el juego la denominada “*pilota assentada*”. En esta lesión, se produce un callo doloroso en un punto concreto de la mano como consecuencia de un mal golpeo o del exceso de golpeo sobre un punto determinado. Ésta puede llegar a impedir la práctica deportiva.

No obstante, recientemente, se ha llevado a cabo el estudio epidemiológico más relevante y exhaustivo hasta la fecha en *pilota valenciana* (Montaner *et al.*, en prensa), en el cual se describe la percepción de molestias en distintas zonas corporales (figura 10). Montaner *et al.* (en prensa), describen que el 96.7% de los jugadores de *pilota* padece algún tipo de dolencia y que el 66% de estas dolencias se producen en la mano. Según el elemento anatómico-funcional afectado, las lesiones son de tipo articular/ligamentoso en el 27.02%, tendinoso en el 24.99%, dermatológico en el 17.90%, musculares en el 17.56% y óseo en el 12.83% de los casos.

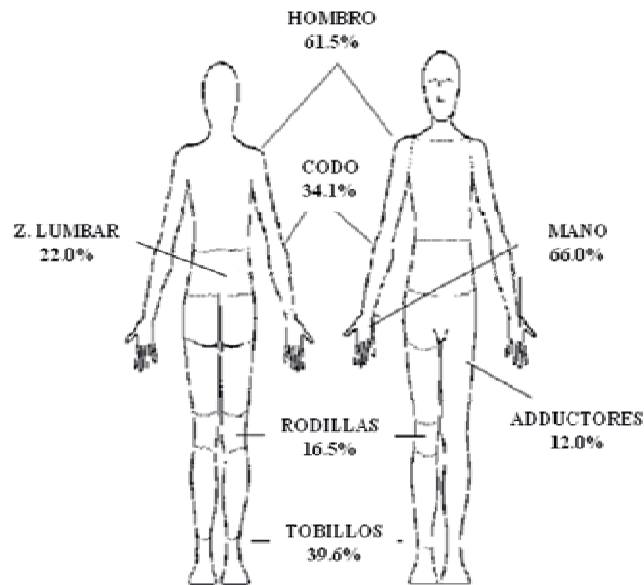


Figura 10. Mapa del cuerpo humano y lesiones más frecuentes en *pilota valenciana* (Montaner *et al.*, en prensa).

Cabe señalar, que tradicionalmente se ha utilizado el término “epidemiología” en trabajos que recopilaban información relativa a las lesiones y molestias de distinta índole. El término se utilizaba con independencia del método de recogida de datos (entrevistas personales, encuestas o bases de datos de servicios médicos). En la actualidad, se usa el término “epidemiología” en aquellos estudios en los que un médico ha verificado el tipo de lesión que indica el deportista. No obstante, no es algo totalmente consolidado y aceptado, motivo por el cual, en la presente Tesis Doctoral se utilizan indistintamente los términos “epidemiología” y “percepción de molestias corporales”.

2.1.3.2. Estudios epidemiológicos de la mano en pelota vasca

Las investigaciones epidemiológicas realizadas en el caso del juego de *pelota vasca*, pueden servir de referencia para comparar el juego de la Comunidad Valenciana, ya que en el primero se producen movimientos, gestos y golpes similares al juego practicado en la zona de Levante. De este modo, los estudios epidemiológicos realizados en pelota vasca muestran un elevado índice de lesiones en las manos de los *pelotaris*, dado que un 82,4% de los jugadores sufren lesiones en esta zona corporal (Gámez, 2008). En la figura 11 se puede observar la localización y porcentaje de dolencias en pelota vasca (Gámez, 2008). Otros autores (Letamendía, 1993; Letamendía, 1995; Baudet y Laporte, 1994; Laporte, 1996) han estudiado las lesiones específicas de las manos de los jugadores de pelota, hallando un gran número de patologías en esta región del cuerpo, siendo las más frecuentes: (a) el síndrome de Raynaud, arteriopatía que afecta al 60% de los *pilotaris*, con una incidencia mayor en los profesionales y creciente en las categorías infantil y juvenil (Letamendía, 1993); (b) los edemas (Letamendía, 1995); (c) los hematomas (Baudet y Laporte, 1994; Laporte, 1996) y (d) la desviación del quinto dedo hacia el eje central de la mano (Laporte, 1996) (figura 12).

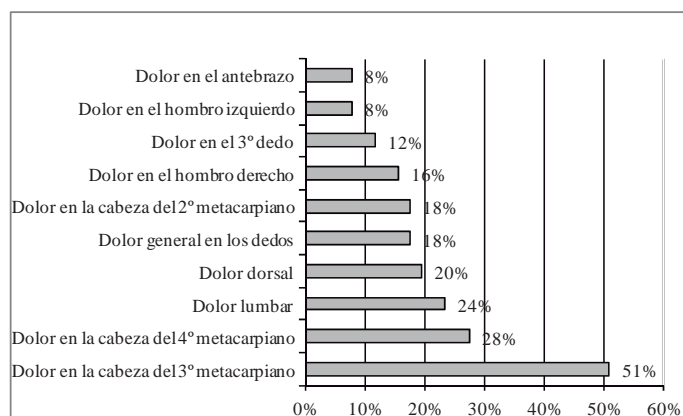


Figura 11. Localización y porcentaje de dolencias de los jugadores de Pelota Vasca (Gámez, 2008).



Figura 12. Radiografía de la mano de un pelotari vasco en la que se observa la desviación del quinto dedo en su falange distal.

2.2. EQUIPAMIENTO DEPORTIVO DE PROTECCIÓN PARA LA MANO

2.2.1. LA PROTECCIÓN TRADICIONAL DE LA MANO EN *PILOTA VALENCIANA*

Elaborar la protección de la mano para ponerse a jugar o entrenar continúa siendo un proceso totalmente artesanal, personal e individual, que forma parte de la tradición del juego. Los *pilotaris* confeccionan sus propias protecciones en base a la experiencia que van adquiriendo con el juego, basándose en el consejo de preparadores y compañeros y en función de la localización de las molestias que puedan sufrir en la mano. El proceso de protección resulta así obligatorio antes de cada partida o entrenamiento, convirtiéndose en un ritual que ha evolucionado poco a lo largo de la historia.

A pesar de que posiblemente no existan dos formas iguales de realizarse la protección, los jugadores siguen una serie de pasos comunes en el ritual de construcción. A continuación, se muestran estos pasos, así como los materiales habitualmente utilizados por los jugadores.

Paso 1. Recortar y preparar el material amortiguador que se colocará en la palma y dedos de la mano. El material amortiguador que se emplea es diverso: *Tesamoll®* duro o blando (material similar a la goma EVA del calzado); cartas de baraja o cartón común; planchas de metal o chapas de diferentes espesores (figura 13); cartuchos de escopeta; trozos de cuero; trozos de plásticos; piel seca de jamón curado, etc.



Figura 13. Jugador colocándose una chapa en la zona de los metacarpos (izquierda) y diferentes tipos de planchas (derecha).

Paso 2. Preparar las diferentes tiras de esparadrapo que servirán para unir el material amortiguador a la mano. El número de capas de esparadrapo que se ponen varía de un jugador a otro.

Paso 3. Lavarse las manos y extender una crema especial para disminuir la sudoración de las mismas.

Paso 4. Colocar una cinta adhesiva de doble cara sobre la palma y dedos de las manos, sobre la cual se pegará el material amortiguador.

Paso 5. Confeccionar la protección (figura 14) con los diferentes tacos de protección preparados en el paso 1 y con la ayuda del esparadrapo.



Figura 14. Protección tradicional de *pilota valenciana*.

Además de los pasos descritos anteriormente, existen jugadores que refuerzan su protección mediante el uso de un guante tradicional de piel muy fino (figura 15). Este guante protege ligeramente la zona de la cabeza de los metacarpos y una parte de la zona de la palma, aunque posiblemente los jugadores lo utilicen para conseguir un mayor ajuste de la protección que se han realizado, ya que va atado a la muñeca.



Figura 15. Guante tradicional de *pilota valenciana*.

En la modalidad de *raspall*, los *pilotaris* utilizan otro material característico que les protege las puntas de los dedos durante los golpes técnicos de *raspada* y *enganxada*: los dedales (*didals*), que pueden ser de plástico o de piel (figura 16).



Figura 16. *Didals* de piel (izquierda) y de plástico (derecha) para resguardarse el extremo de los dedos en la protección utilizada en *raspall* (centro).

Tal y como se ha podido comprobar, el material que utilizan los jugadores de *pilota valenciana* para confeccionarse sus protecciones procede de un ámbito cotidiano, no existiendo materiales técnicos específicos procedentes del ámbito deportivo para la protección de la mano. Cabe destacar, que existe un vacío científico de conocimiento en relación al estudio y mejora de los materiales utilizados por los *pilotaris* en *pilota valenciana*.

2.2.2. EL GUANTE DE PROTECCIÓN DE PELOTA VASCA

En pelota vasca, el trabajo pionero realizado por Gámez (2008) condujo a la creación de un prototipo de guante de protección (figura 17). Resulta interesante conocer este sistema de protección así como el plan de mejora establecido para este primer prototipo, en pos de realizar algún diseño de similares características en *pilota valenciana*. No obstante, hay aspectos propios del juego de *pilota valenciana*, como es el caso de jugar con una pelota más pequeña, el hecho de realizar acciones técnicas de golpeo diferentes o de cubrir otras zonas de la mano para protegerse, que posiblemente sugieran soluciones de diseño diferentes.

ESTADO DEL ARTE

Las características principales de la estructura e interior del guante de pelota vasca son (Gámez, 2008):

- Material de corte: piel de oveja.
- Cierre del guante en la muñeca con material tipo velcro®.
- Material de ajuste de los dedos: Strech Schoeller®.
- Material de protección: Poron®.

Para este prototipo, tal y como sugiere Gámez (2008), habría que disminuir los tacos de protección (4 mm) para favorecer el control de la pelota durante la pegada, crear una protección más uniforme y modificar el color.



Figura 17. Guante de protección para pelota vasca (Gámez, 2008).

Casi de forma simultánea a este prototipo de guante, se ha llegado a comercializar otro conocido como “BABESKU”. Este guante (figura 18), ha sido concebido principalmente para las escuelas de pelota y para pelotas de medio toque (medio duras, entre 97 y 102 gramos). Las principales características del guante “Babesku” son:

ESTADO DEL ARTE

- Material sintético transpirable.
- Interior con un taco de silicona.
- Protege especialmente la zona de la yema de los dedos y su base.
- Cierre de velcro® ajustable a la muñequera.
- Disponible en colores: marrón claro, rojo, azul y amarillo.
- Disponible en cuatro tallas: XS – S – M – L.



Figura 18. Guante “BABESKU” para jugar a pelota a mano vasca.

2.2.3. EQUIPAMIENTO DEPORTIVO DE PROTECCIÓN PARA LA MANO EN OTROS PAÍSES

2.2.3.1. Bélgica – “Balle Pelote”

En Bélgica se juega a una modalidad llamada “Balle Pelote”, similar a *les llargues* de la Comunidad Valenciana. Ambas modalidades, con ligeras modificaciones reglamentarias, permiten jugar a una modalidad internacional conocida como Juego Internacional que se disputa en los Campeonatos del Mundo y Europeos de Pelota. En la modalidad belga, los jugadores utilizan un guante de protección rígido (figura 19) fabricado con material sintético plastificado que les permite rodar la pelota y enviarla a gran velocidad. El inconveniente de este guante es que al ser rígido no permite dirigir la pelota. Este guante se ha exportado a otros países como Francia o Irlanda, donde se utiliza para jugar a sus respectivas modalidades autóctonas de pelota. Las características de estas modalidades, en las que se suelen realizar golpes de mano alta y en las que la distancia de golpeo alcanzada es fundamental para obtener ventaja durante el juego, favorecen el uso de este tipo de guante.



Figura 19. Guante utilizado en la modalidad de juego belga conocida como “Balle Pelote”.

2.2.3.2. EE.UU. – “One Wall”

En EE.UU., las modalidades de pelota a mano se recogen en lo que se conoce como “American Handball”. De este deporte, surgen diferentes modalidades de pelota a mano que difieren principalmente en el número de paredes verticales de la instalación. Así, si hay una sola pared, se juega a la modalidad “one-wall”; si hay tres paredes, se juega a la modalidad “three-wall” y si hay cuatro, a la modalidad “four-wall”, siendo la instalación de esta última similar a la de squash. De todas ellas, la modalidad que ha adquirido mayor relevancia a nivel internacional seguramente sea “one-wall”, jugándose en diversos países de Sudamérica y en otros países europeos como Bélgica, Italia, Francia o Irlanda. En el “American Handball”, los jugadores golpean una pelota de goma similar a la utilizada en frontenis, de 65 gramos de peso. En sus diferentes versiones del juego, los jugadores se protegen las manos utilizando un guante de protección (figura 20). El guante en cuestión, está realizado en fina piel de venado, ofrece una gran movilidad de la mano, es transpirable, se ajusta a la muñeca mediante cinta ajustable con velcro® y se comercializa en diferentes combinaciones de colores.



Figura 20. Guante de protección utilizado en el “American Handball”.

2.3. SISTEMAS DE MEDIDA DE PRESIONES PALMARES

2.3.1. ESTUDIOS DE PRESIONES

La medición y análisis de las presiones resultantes entre la interacción del deportista con diferentes productos, posibilita el estudio de variables cinemáticas de gran interés. Los primeros sensores de presión utilizados se aplicaron en la planta de los pies en 1872 (Soler, 2000). Desde entonces hasta la actualidad, la aplicación de los sistemas de medición de presiones plantares se han utilizado de forma diversa: en el análisis de la sensibilidad plantar después de carreras de largas distancias (Alfuth y Rosenbaum, 2011); en el estudio de la carrera en cinta de correr (Lee, Chou, Liu, Lin y Shiang, 2008); en la búsqueda de entrenamientos óptimos en fútbol (Gioftsidou *et al.*, 2006); para el diseño de calzado de carrera (Cock, Williams y Clercq, 2005); para analizar las fuerzas de reacción del suelo (Chen y Bates, 2000; Forner, Koopman y Helm, 2004); para diseñar ortesis plantares para futbolistas (Dueñas *et al.* 2002); en el análisis de las caídas sobre colchonetas de gimnasia (Pérez, 2004); para el análisis del triple salto (Perttunen, Kyrolainen, Komi y Heinonen, 2000); en el análisis del último apoyo de jabalina (Barlett, Müller, Raschner, Lindinger y Jordan, 1995), etc.

Actualmente, se está empleando la tecnología de medición de presiones plantares para analizar las presiones en la mano en diferentes actividades físico-deportivas. De este modo, existen estudios que se centran en el análisis de las presiones en la mano para comparar el efecto de diferentes guantes en la ejecución de flexiones de brazos (Choi y Robinovitch, 2011); que analizan guantes para el ciclismo que reduzcan la carga sobre zonas concretas de la mano (Slane, Timmerman, Ploeg y Thelen, 2011); que exploran las presiones palmares durante el golpeo en golf (Komi, Roberts y Rothberg, 2008); que investigan sobre los impactos en artes marciales (Cowie, Flint y Harland,

2008); que miden las presiones palmares en el grip en tenis (Hatch, Pink, Mohr, Sethi y Jobe, 2006;) o en críquet (Fisher, Vogwell, y Bramley, 2004).

2.3.1.1. Presiones palmares en pelota vasca

En pelota vasca se ha puesto de manifiesto las elevadas presiones alcanzadas durante los impactos, superándose los 2000 kPa (Gámez, 2008). En este estudio se analizaron seis zonas de la mano. La media de presiones máximas más elevada, tanto con la protección tradicional como con el prototipo de guante, se produjo en la cabeza de los metacarpianos (Gámez, 2008).

Respecto a la distribución de presiones en la mano, Gámez (2008) comenta que el guante de protección creado para pelota vasca distribuye mejor las presiones que las protecciones tradicionales y explica que esto es posible porque el material amortiguador del guante es sensiblemente más rígido, de modo que se comporta de forma aeroelástica, a diferencia del *Tesamoll*[®] que se comporta de manera puntoelástica.

2.3.2. EQUIPOS DE MEDIDA. BIOFOOT/IBV

En el estudio y análisis de las presiones se suelen utilizar sistemas comerciales de medición. Para investigar las presiones alcanzadas durante los golpes en *pilota valenciana*, se requiere un equipo de medida capaz de analizar la interacción de lo que ocurre entre el producto y el cuerpo (guante/mano). Además, debe registrar la distribución de presiones de forma temporal y espacial durante una acción en movimiento muy rápida y que el equipo pueda utilizarse en una prueba de campo. Los sistemas comerciales capaces de llevar a cabo este tipo de evaluación aplicada al ámbito deportivo podrían ser tres:

1. “F-Scan measurement system” (Tekscan, In., South Boston, USA) (figura 21).
2. “Novel pedar system” (novel USA, Inc.).
3. “Biofoot/IBV” (Sistema de plantillas instrumentadas para el análisis de las presiones plantares).



Figura 21. Guante instrumentado de la marca Tekscan® utilizado sobre un bate de béisbol.

En general, todos los equipos se componen de una plantilla instrumentada con un número determinado de sensores (variable en función de la tecnología empleada) y de un equipo de captación y transmisión de datos. El sistema diseñado por el Instituto de Biomecánica de Valencia, Biofoot/IBV (Sistema de plantillas instrumentadas para el

análisis de las presiones plantares) (Soler, 2001) ha sido utilizado en diversos estudios centrados en el análisis del calzado de calle (Garrido, Gil y Fernández, 2005; Alemany y Nácher, 2003; García y García, 2001; Alcántara, González, Alemany y García, 2001; Bataller, Alcántara, González y García, 2001) y calzado deportivo (Dueñas *et al.* 2002; Martínez, 2002) y también se ha puesto en práctica en el análisis de las presiones palmares alcanzadas en el juego de pelota vasca (Gámez, 2008). Cabe destacar que el equipo utilizado en pelota vasca utiliza la misma tecnología que el sistema de presiones plantares Biofoot/IBV, pero adaptado a la morfología de la mano y a los requerimientos del estudio (Gámez, 2008). No obstante, respecto al equipo de medición utilizado en pelota vasca y el existente actualmente, se han producido una serie de modificaciones técnicas y tecnológicas que han buscado una mejor adaptación del sistema al análisis de las presiones palmares de los deportes de pelota a mano. Las modificaciones realizadas respecto al anterior prototipo han sido las siguientes:

- Disminución del peso y adaptación ergonómica del emisor que se coloca en la cintura del jugador y mejora del cableado que va desde el amplificador hasta el emisor (figura 22). Estos cambios han procurado mejorar la libertad de movimientos para que el sistema interfiera lo menos posible en el gesto técnico realizado.
- Posibilidad de medir 8 zonas de golpeo gracias a 8 sensores activos con una frecuencia de muestreo de 3450 Hz. En pelota vasca se tomaron registros con 6 sensores a 3450 Hz (Gámez, 2008).
- Nuevas palmillas instrumentadas, con un serigrafiado mejor adaptado a los puntos de medición y a la anatomía de la mano.

- Mayor autonomía de las baterías y posibilidad de cargarlas con un alimentador externo.
- Nueva aplicación informática.



Figura 22. Transmisor utilizado en pelota vasca (izquierda) y nuevo transmisor del equipo Biofoot/IBV (derecha).

La **principal característica** que poseen los sensores de presión del equipo Biofoot/IBV, es que ofrecen la variable presión de forma independiente en cada uno de los puntos donde se sitúan los sensores, es decir, no se obtiene una información global del sistema, sino que se analiza de manera pormenorizada punto por punto. Esto es especialmente importante cuando existen regiones corporales próximas que son muy diferentes anatómicamente, y que soportan presiones muy distintas. Este es el caso de la mano, en la que se encuentran intercaladas zonas óseas y zonas de tejido blando. Por otro lado, la **principal desventaja** es su fragilidad, lo que obliga a verificar su funcionamiento de manera continua y a cambiar los sensores con mucha frecuencia. La causa de esta desventaja son las propias características de los sensores: reducido tamaño y grosor.

A continuación, se detallan las características del equipo de medición Biofoot/IBV, comparado con los sistemas Novel y Tekscan (Gámez, 2008) (tabla 2).

Tabla 2. Comparación entre diversos sistemas de análisis de presiones en la palma de la mano (Gámez, 2008).

	BIOFOOT/IBV (adaptado a la mano)	NOVEL	TEKSCAN
Frecuencia de Muestreo (Hz)	1900 - 5400	100 - 500	10000
Adaptación antropométrica	Si	Si	Si
Peso (g)	700	360	Variable
Recalibración	No	Si	Si
Espesor plantillas (mm)	0.7	1.2	0.2
Tipo de sensores	Piezoeléctricos	Capacitivos	Resistivos
Número de sensores	16	125	200
Transmisión de datos	Telemetría	Telemetría	Telemetría
Sincronización	SI	SI	SI

Al igual que ocurre en pelota vasca (Gámez, 2008) el impacto producido en la mano en *pilota valenciana* será muy breve, siendo necesaria una elevada frecuencia de muestreo para poder analizar correctamente la señal. El equipo de medición de la empresa “Novel pedar system” (novel USA, Inc.) ofrece una frecuencia de muestreo demasiado baja para medir impactos que suceden en pocos milisegundos. Así, dado que el sistema Biofoot/IBV adaptado a la mano ya se ha utilizado en otros estudios de similares características, se ha comprobado su correcto funcionamiento (Gámez, 2008) y debido a que se han llevado a cabo mejoras dirigidas explícitamente para estudios de estas características, en esta Tesis Doctoral se utilizará este sistema para el análisis de las presiones palmares.

2.4. EL DISEÑO ORIENTADO AL USUARIO (DOU) APLICADO AL ESTUDIO DE LAS PROTECCIONES DE *PILOTA VALENCIANA*

La línea de investigación llevada a cabo en esta Tesis Doctoral está basada en el modelo de estudio del diseño de productos denominado Diseño Orientado al Usuario (DOU). En este modelo, la clave en el desarrollo del producto es la información que aporta el usuario al que va dirigido el mismo. De este modo, el modelo de gestión intenta adecuar los nuevos productos a las necesidades, expectativas y requerimientos de los usuarios, desde un punto de vista funcional y emocional.

La idea sobre la que se sustenta el DOU, es aquella que considera que los productos mejor diseñados resultan de la comprensión de las personas que van a utilizarlos. Se trata de que el usuario final forme parte del proceso y aporte su opinión sobre el propio diseño. El proceso tiene una concepción sencilla, pero no siempre se tiene en cuenta. En el caso que ocupa el presente estudio, diseñar un guante de protección, resulta fundamental aproximarse a aquello que demandan los jugadores, ya que la construcción de las protecciones es un proceso artesanal con un profundo arraigo cultural y emocional.

Desde el Instituto de Biomecánica de Valencia, se ha utilizado la metodología DOU para estudiar la interacción entre los usuarios (los jugadores de *pilota*), y el producto (el guante). De este modo, se han considerado cuatro niveles diferentes de estudio (figura 23).

- En el **primer nivel**, se agrupan los datos objetivos que describen las características de las protecciones y de los sujetos por separado. Los primeros hacen referencia al estudio de las propiedades mecánicas (reducción de fuerzas) de diferentes materiales utilizados en las protecciones y otros que pueden ofrecer mejores prestaciones. Por su parte, los datos relacionados con los jugadores aportarán información sobre las molestias y dolencias corporales que padecen en la mano.
- El **segundo nivel** incluye las variables utilizadas para conocer la respuesta biomecánica objetiva. En esta Tesis Doctoral, son los datos registrados en la validación biomecánica del guante de protección, como por ejemplo las presiones palmares alcanzadas en los golpes.
- En el **tercer nivel**, se engloba la percepción que tienen los *pilotaris* sobre las propias protecciones que utilizan (ajuste, confort, amortiguación de los materiales, rendimiento que ofrecen...) y la percepción acerca del guante desarrollado. Estos resultados se han recopilado a través de los estudios de los diferentes estudios de opinión.
- Finalmente, el **cuarto nivel** estudia y comprueba la satisfacción del usuario como consecuencia de los resultados de los otros tres niveles.

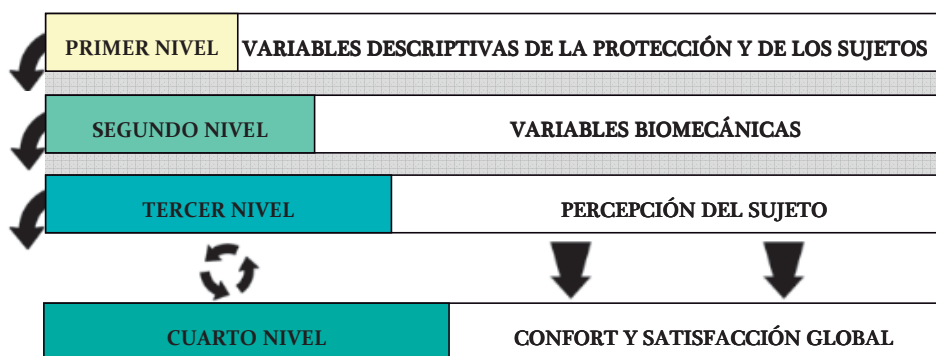


Figura 23. Modelo de interacción con los niveles de estudio.

2.5. CONCLUSIONES DEL ESTADO DEL ARTE

A continuación, se detallan las conclusiones principales del Estado del Arte:

- La *pilota valenciana* es un **deporte tradicional muy arraigado** a la Comunidad Valenciana que ha conseguido perdurar durante siglos como parte cultural de los valencianos.
- Las dos **modalidades principales** de *pilota valenciana* en la actualidad son *escala i corda* y *raspall*.
- Existen pocos **estudios de carácter científico** relacionados con la *pilota valenciana*.
- Uno de los escasos estudios epidemiológicos que existen en *pilota valenciana* detalla que en la **mano** se produce el **mayor porcentaje de lesiones**.
- Los jugadores de *pilota valenciana* utilizan **materiales inespecíficos** para protegerse las manos. No hay estudios científicos en *pilota valenciana* que analicen la problemática de los materiales utilizados.
- No existe un **equipamiento deportivo** específico para la protección de la mano en la *pilota valenciana*. En otros países y en otras modalidades de pelota a mano sí existen protecciones comerciales para la mano.
- La **aceptación** por parte de los *pilotaris* del diseño de un guante de protección, es uno de los principales aspectos a considerar, dado el carácter tradicional del proceso de protección de la mano.
- Los sistemas de medición que utilizan **sensores de presión** se consideran los más adecuados para analizar los impactos en las diferentes zonas de la mano.

- En el proceso de **diseño** de un nuevo producto, es necesario tener en consideración las necesidades y preferencias de los usuarios, para que así pueda cumplir con sus expectativas y sea mejor valorado.

3. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

3.1. OBJETIVOS DE LA TESIS

Objetivo general

Desarrollar un guante de protección para jugar a *pilota valenciana* a través de estudios de opinión, sobre la percepción de molestias en la mano, mecánicos y biomecánicos.

Objetivos parciales

1. Conocer los problemas que actualmente identifican los *pilotaris* en relación al uso de sus protecciones.
2. Conocer la predisposición de los jugadores a utilizar un sistema de protección tipo guante.
3. Conocer las preferencias de los jugadores en torno a las características que deben reunir las protecciones, en términos de materiales utilizados, usabilidad, confort, funcionalidad y rendimiento que ofrecen.
4. Conocer la distribución en la mano de los materiales utilizados por los jugadores para establecer una o varias configuraciones tipo.
5. Detectar las molestias en la mano de los jugadores de *pilota valenciana*, analizando la frecuencia de aparición y otras variables epidemiológicas de interés.
6. Identificar las especificaciones de diseño y proponer adecuadas soluciones de diseño para el desarrollo del guante de protección según la opinión de los jugadores.

OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

7. Estudiar, comparar y seleccionar nuevos materiales de protección que mejoren las propiedades de los utilizados actualmente.
8. Analizar la adaptación del equipo de medición de presiones palmares a la *pilota valenciana* mediante una prueba de campo.
9. Comparar el nuevo sistema de protección a modo de guante con la protección tradicional, a nivel de: precisión, distancia alcanzada después del golpeo y presiones palmares.
10. Conocer la opinión de los jugadores del ensayo biomecánico acerca del guante de protección elaborado.

3.2. PLAN DE TRABAJO

FASE 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Esta primera fase ha consistido en una revisión bibliográfica de la literatura existente en *pilota valenciana* y en deportes de similares características. Por un lado, se ha aportado información relacionada con su historia, sus características, las modalidades de juego y la epidemiología en la mano de los jugadores. Por otro lado, se ha investigado el modo de protegerse la mano en *pilota valenciana* y los sistemas de protección existentes en otras modalidades de pelota a mano. También se han estudiado diferentes sistemas de medición de presiones palmares y se ha explicado el modelo que se va a utilizar en el diseño del producto a modo de guante.

FASE 2. ESTUDIO INICIAL PARA CONOCER LAS NECESIDADES Y PREFERENCIAS DE LOS USUARIOS Y ESTABLECER LOS CRITERIOS DE DISEÑO DE UN GUANTE DE PROTECCIÓN

Subfase 2.1. Estudio para analizar la problemática existente en torno a las protecciones utilizadas por los jugadores de *pilota valenciana*. Panel de expertos

La primera actuación de esta segunda fase fue realizar un panel de expertos. Esta metodología cualitativa permitió establecer un primer contacto con las opiniones de los jugadores para conocer la problemática y las necesidades que tienen en el uso de las protecciones.

Subfase 2.2. Estudio horizontal de opinión de las protecciones utilizadas por los jugadores de *pilota valenciana*

En esta fase se seleccionó la muestra de *pilotaris* que iban a formar parte del estudio horizontal de opinión (100 jugadores). A continuación, se diseñaron y realizaron las encuestas y, por último, se trataron los datos. Los resultados obtenidos sirvieron para conocer las características y preferencias que debe reunir la protección según la opinión de los jugadores. El estudio también ayudó a conocer el modo en que se protegen las manos, así como a establecer configuraciones tipo en el modo de protegerse.

FASE 3. ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LESIONES Y MOLESTIAS EN LA MANO

La tercera fase se centró en la epidemiología de la mano de los jugadores de *pilota valenciana*. La información se obtuvo mediante una nueva encuesta, que permitió conocer la incidencia de molestias sufridas en la mano por los jugadores, su localización, tipología y severidad, así como la influencia de la temperatura ambiental en la aparición de las mismas.

FASE 4. DISEÑO DEL GUANTE DE PROTECCIÓN

Subfase 4.1. Especificaciones de diseño del guante

Esta fase tuvo como objetivo principal concretar las especificaciones de diseño aportadas por los jugadores en la fase 2.

Subfase 4.2. Estudio de los materiales para la mano: *Drop test*

El objetivo principal de este apartado fue estudiar las propiedades amortiguadoras de los materiales utilizados habitualmente por los jugadores de *pilota valenciana* y compararlos con otros materiales técnicos. El *drop test* realizado sirvió para seleccionar los materiales más apropiados para la base del nuevo sistema de protección.

Subfase 4.3. Estudio antropométrico de la mano

En esta fase se llevó a cabo un estudio antropométrico de la mano, con el fin de establecer las medidas con las que se iba a elaborar el guante.

Subfase 4.4. Soluciones de diseño y prototipo desarrollado

Las características principales del guante de protección quedaron definidas en este apartado. Del análisis del estudio horizontal de opinión (subfase 2.2.) y del estudio de materiales (fase 4.2.), se especificó el tipo y cantidad de material amortiguador utilizado en cada una de las zonas de la mano. Asimismo, se establecieron los materiales estructurales, de ajuste y de protección utilizados en el prototipo desarrollado.

FASE 5. VALIDACIÓN BIOMECÁNICA DEL GUANTE DE PROTECCIÓN

Subfase 5.1. Definición de una protección tradicional tipo

El estudio de encuestas (subfase 2.2.) también ha servido para configurar una protección tradicional tipo con la que comparar el guante de protección diseñado. Para

valorar su idoneidad se ha entrevistado a un jugador profesional de *pilota valenciana* (ensayo piloto).

Subfase 5.2. Puesta a punto del equipo de medición de presiones palmares

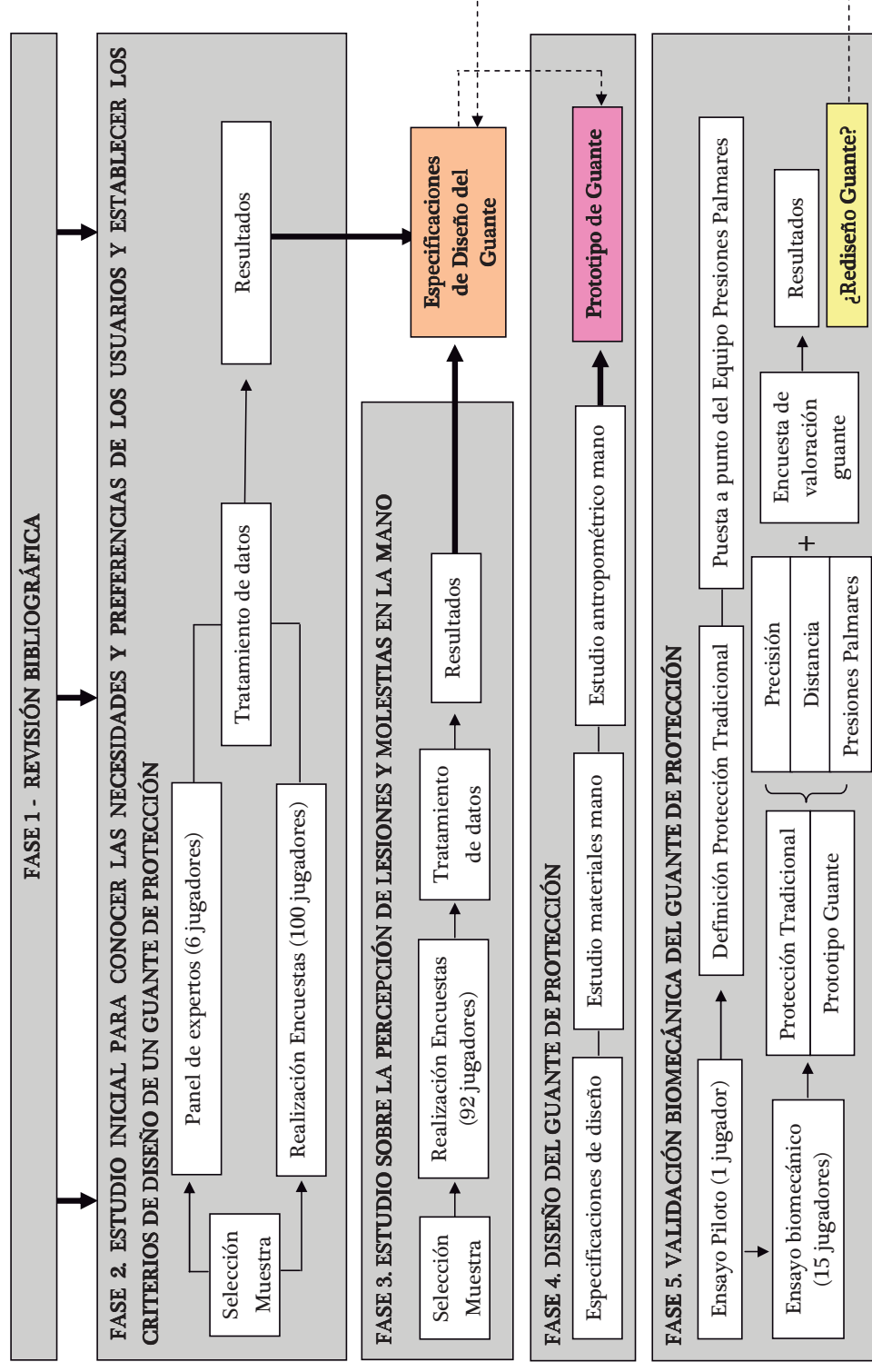
Para conocer la fiabilidad y el adecuado funcionamiento del equipo de presiones palmares, se llevó a cabo un ensayo de campo con un jugador profesional (ensayo piloto). Se analizaron las señales adquiridas y la variabilidad de las mismas.

Subfase 5.3. Ensayo biomecánico

Con el guante diseñado y el equipo de medición de presiones palmares revisado, se realizó un ensayo biomecánico de campo con una muestra de 15 jugadores de *pilota valenciana*. El ensayo biomecánico comparaba el guante de protección desarrollado con una protección tradicional tipo en los siguientes aspectos: precisión, distancia alcanzada y presiones palmares. Antes de llevar a cabo el ensayo biomecánico se realizó un ensayo piloto del mismo. Esta fase finalizó con una encuesta para conocer la valoración de los jugadores acerca del guante. Los resultados de todos los estudios indicarán la validez del guante diseñado y ayudarán a trazar nuevas líneas de investigación para la mejora de las protecciones de los jugadores.

En la figura 24 se observa un cuadro resumen del plan de trabajo de la Tesis Doctoral.

Figura 24. Plan de trabajo de la Tesis Doctoral.



4. MATERIAL Y MÉTODOS

De acuerdo con la revisión realizada en el Estado del Arte y con los objetivos planteados en la presente Tesis Doctoral, se presentan a continuación los estudios destinados a (1) conocer las necesidades y preferencias de los jugadores en torno a sus protecciones para establecer los criterios de diseño del guante de protección; (2) aquellos relacionados con la percepción de molestias en la mano; (3) los encaminados a diseñar y elaborar el guante de protección y (4) los concernientes a la validación biomecánica del guante de protección elaborado.

4.1. ESTUDIO INICIAL PARA CONOCER LAS NECESIDADES Y PREFERENCIAS DE LOS USUARIOS Y ESTABLECER LOS CRITERIOS DE DISEÑO DE UN GUANTE DE PROTECCIÓN

4.1.1. ESTUDIO PARA ANALIZAR LA PROBLEMÁTICA EXISTENTE EN TORNO A LAS PROTECCIONES UTILIZADAS POR LOS JUGADORES DE PILOTA VALENCIANA. PANEL DE EXPERTOS

En primer lugar, se llevó a cabo un estudio cualitativo cuyo objetivo era analizar la problemática existente en torno a las protecciones utilizadas por los jugadores de *pilota valenciana*, así como analizar las necesidades que debía reunir de la protección. Para ello, se realizó un panel de expertos en el que participaron 6 *pilotaris* profesionales.

Los grupos de discusión y los paneles de expertos son muy apropiados en las fases iniciales del desarrollo de un nuevo producto (Page, Porcar, Such, Solaz y Blasco, 2001; Poulson, Ashby y Richardson, 1996). Son técnicas provenientes de las ciencias sociales que recogen las opiniones, actitudes y percepciones de los usuarios sin restricción

MATERIAL Y MÉTODOS

alguna y que tienen como objetivo facilitar su participación, al igual que ocurre con el uso por ejemplo de *Brainstorming*, *Philips 66*, *Delphi*, etc. (Sutton y Hargadon, 1996; Stewart *et al*, 1999; Jarboe, 1996).

4.1.1.1. Aspectos analizados

Antes de comenzar un panel de expertos es preciso elaborar un guión de la sesión con los aspectos que, *a priori*, se consideran como importantes. En este caso, las ideas del guión elaborado se agruparon por conceptos y familias para facilitar su tratamiento y comprensión (tabla 3).

Tabla 3. Descripción de los aspectos analizados en el panel de expertos.

ASPECTOS ANALIZADOS	DESCRIPCIÓN
Ajuste	Referido al acoplamiento que existe entre la protección y la mano.
Confort	Referido a la sensación de bienestar, agradable o desagradable, que siente el jugador con la protección.
Usabilidad	Referido a la facilidad en el uso de la protección.
Rendimiento	Referido a la adecuación de la protección al juego y a la mejora del mismo (eficacia).
Problemas de salud	Referido a las alteraciones que puede producir en la salud del usuario.
Calidad	Referido a como el usuario percibe e interpreta la adecuación de la protección a la actividad, así como a ciertas características de la protección en sí. Relacionado con los conceptos de durabilidad, resistencia, adecuación de materiales, etc.

4.1.1.2. Instrumentos de medida utilizados

Para registrar la información del panel de expertos se grabó el audio de las conversaciones mantenidas durante la sesión mediante el uso de micrófonos. También se emplearon registros de observación en los cuáles se describía el modo en que habían sido expresados los comentarios, los roles de los participantes, etc.

4.1.1.3. Diseño de experiencias

En el panel de expertos intervino uno de los departamentos del Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) dedicado al asesoramiento, diseño y validación de instrumentos del área de las ciencias sociales (“Sección de Diseño y Orientación del Usuario” - SDOU/IBV - 2001). Este departamento colaboró en el proceso de puesta a punto, en el desarrollo y en el tratamiento de la información obtenida en el panel de expertos.

En la sesión participaron 6 jugadores profesionales de *pilota valenciana* cuyas características pueden observarse en la tabla 4.

Tabla 4. Características del panel de expertos.

Composición del panel de expertos	
Equipo técnico:	2 investigadores de la Sección de Material y Equipamiento Deportivo (IBV) 1 investigador de la Sección de Diseño y Orientación del Usuario (IBV)
Participantes expertos:	6 jugadores profesionales de pilota valenciana
Perfil de los participantes expertos	
Edad:	26 – 34 años
Género:	6 hombres
Perfil profesional:	Todos jugadores profesionales con una experiencia práctica profesional mínima de 3 años
Descripción de la sesión	
Fecha:	18 de noviembre de 2004
Duración:	1 hora y 30 minutos (13.00 – 14.30 horas)
Lugar:	Instalaciones del Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV)

4.1.1.4. Tratamiento de datos

El tratamiento de la información consistió en un análisis interpretativo de los contenidos de la sesión. Para ello se utilizó un modelo descriptivo en el cual las contestaciones de los participantes fueron resumidas en cortas descripciones.

Las ideas, opiniones y sentimientos más recurrentes fueron utilizados como eje central del análisis. Este análisis consistió en un proceso sistemático y verificable realizado por el moderador de la sesión y contrastado por el observador y los expertos en el producto.

4.1.2. ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN DE LAS PROTECCIONES UTILIZADAS POR LOS JUGADORES DE *PILOTA VALENCIANA*

4.1.2.1. Diseño de encuestas

Con el objetivo de cuantificar las necesidades y preferencias de los jugadores en relación a las protecciones que utilizan se llevó a cabo un estudio horizontal mediante el método de encuestas.

Cabe destacar, que el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) lleva una larga trayectoria en el diseño de encuestas para conocer las opiniones de los usuarios en relación a diversos aspectos del conocimiento. De este modo, se pueden resaltar, entre otros, diferentes estudios epidemiológicos que analizan el efecto que tiene la técnica deportiva o las características del equipamiento deportivo (especialmente calzado y pavimentos) sobre las lesiones en el aparato locomotor (Montaner *et al.*, en prensa; Llana 1998; Pérez, 2004; Gámez, 2008; Rosa *et al.*, 2006; Gámez *et al.*, 2006) o estudios centrados en el confort del usuario y en la mejora del material deportivo (Ferrandis, 1997; Gámez, 2008; Martínez *et al.*, 2008; Gámez *et al.*, 2008; Montaner, 2010).

Así, además de la experiencia acumulada por los investigadores de la “Sección de Material y Equipamiento Deportivo y Ocio” (MEDYO/IBV - 2005), de nuevo la “Sección de Diseño y Orientación del Usuario” (SDOU/IBV - 2001) colaboró tanto en el diseño del cuestionario inicial como en la depuración final del mismo. Por otro lado, en este proceso de diseño se obtuvo información y *feedback* de otro estudio de similares características realizado en pelota vasca (Gámez, 2008).

En último lugar, se hizo una **prueba piloto** con un jugador profesional de *pilota valenciana*, con el fin de comprobar la adecuación de las preguntas formuladas.

MATERIAL Y MÉTODOS

También se registró con un cronómetro el tiempo necesario para completar el cuestionario. A partir del análisis de la información extraída en este proceso, se elaboró el **cuestionario definitivo** (Anexo 1). El modelo incluía preguntas de carácter cerrado, abierto y preguntas con más de una alternativa de respuesta y de valoración en una escala. Para estas últimas se establecieron escalas de tipo Likert de 3, 5 y 7 puntos (Likert, 1932). El cuestionario estuvo formado por 89 ítems estructurados en las siguientes categorías:

- ✓ 5 ítems sobre aspectos personales.
- ✓ 10 ítems sobre dedicación a la actividad.
- ✓ 45 ítems sobre datos técnicos referentes a las protecciones.
- ✓ 29 ítems sobre la configuración actual de las protecciones.

En las preguntas relacionadas con los **aspectos técnicos de las protecciones**, se distinguían **cuatro categorías** diferenciadas: (1) una categoría con preguntas relacionadas con los materiales que utilizan; (2) una relacionada con la usabilidad de la protección (tiempo empleado en confeccionar la protección y satisfacción alcanzada en la tarea); (3) una tercera que hacía referencia a aspectos de confort y (4) una última referida al rendimiento que aportan las actuales protecciones. Finalmente, se preguntó sobre la aceptación de los jugadores a utilizar un futuro guante de protección.

Por su parte, los ítems de la encuesta relacionados con la **configuración** actual de las protecciones hacían referencia a las **zonas de la mano** que se protegen, así como a la **cantidad y tipo de material** que emplean en cada zona. Esta categoría es una de las más específicas del estudio. Así, en base a la experiencia adquirida en estudios previos (Gámez, 2008) y al conocimiento obtenido en el apartado anterior, la mano se dividió en diferentes zonas de protección (figura 25). El objetivo de esta división fue facilitar la

MATERIAL Y MÉTODOS

recopilación y la comprensión de la cantidad y el tipo de material empleado. Las zonas de protección de la mano que se definieron fueron las siguientes:

- Falange proximal, medial y distal anterior de todos los dedos.
- Falange distal posterior del dedo 2º al 5º.
- Cabezas de los huesos metacarpianos en su parte anterior y espacios intermetacarpianos de dichas cabezas.
- Palma de la mano dividida en tres zonas: zona tenar, hipotenar y zona del escafoides.

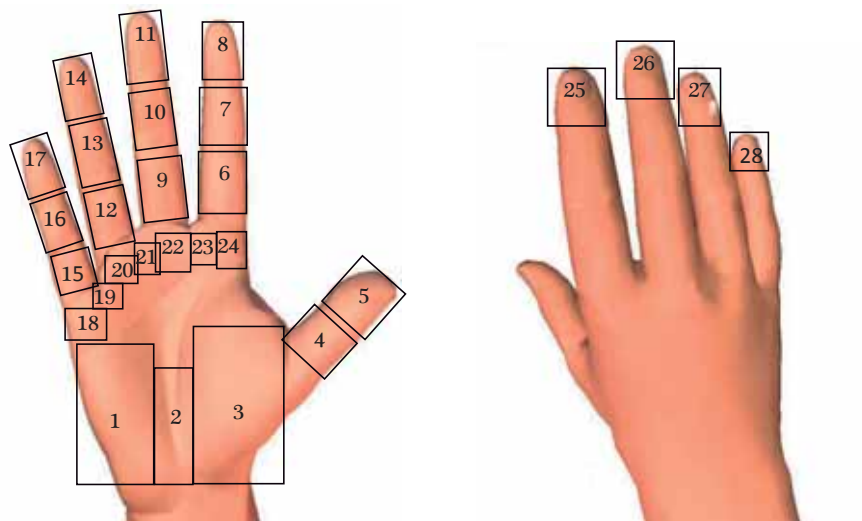


Figura 25. Zonas de protección de la mano definidas en el estudio.

Además, se registraron los diferentes tipos de materiales que suelen utilizar (cartón, cartas, *Tesamol*[®], planchas de metal, cuero, etc.) y se codificaron en dos tipos de materiales en función de su dureza: material blando (*Tesamol*[®]) y material rígido (planchas de metal).

4.1.2.2. Muestra de estudio

La muestra de estudio estuvo compuesta por **100 jugadores** pertenecientes a distintas comarcas de la Comunidad Valenciana. Los sujetos fueron seleccionados en función de un nivel competitivo elevado y de una experiencia mínima de 3 años de práctica en la *pilota valenciana*. Ésta quedó formada por un grupo de **51 jugadores profesionales**. Se consideraron profesionales a los censados como tales por la *Federació de Pilota Valenciana* (destacar que la muestra analizada supuso el 46% de los pelotaris profesionales censados en 2010). Los restantes **49 jugadores** representaron **jugadores aficionados**. Los jugadores profesionales poseían licencia federativa profesional y competían normalmente en partidas de profesionales. Por su parte, los jugadores aficionados del estudio poseían licencia de aficionado, tenían una edad mínima de 16 años y, en este caso, un mínimo de 4 años de experiencia práctica como jugadores de *pilota valenciana*.

Respecto a las características personales de los *pilotaris*, todos ellos eran varones con edades comprendidas entre los 16 y 49 años, siendo la media de edad de 26.45 ± 5.77 años. La media del peso fue de 78.35 ± 9.59 Kg. y la estatura media fue de 178.24 ± 6.64 cm.

La tabla 5 presenta los datos relativos a la experiencia y práctica de los jugadores, destacando la gran dedicación que tienen al juego con una media de años de práctica de 13.47 ± 6.91 años y con una práctica semanal de *pilota* de 6.44 ± 2.77 horas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tabla 5. Descripción de la muestra: experiencia y dedicación a la actividad.

	N	Media	Mínimo	Máximo	Desv. tít.
Años de práctica de <i>pilota</i>	100	13.47	3	44	6.91
Horas semanales de <i>pilota</i>	100	6.44	2	21	2.77
Horas semanales de preparación física	100	4.55	0	14	3.45
Partidas semanales	100	2.90	1	5	0.83
Minutos por partida	100	81.05	45	120	19.64

Todos los sujetos que participaron en las encuestas eran practicantes de las modalidades autóctonas de la Comunidad Valenciana y jugaban habitualmente con *pilota de vaqueta*. Cabe destacar, que la mayoría de los entrevistados (95%) fueron jugadores de *escala i corda* (64%) o de *raspall* (31%) aunque en ocasiones también practicaban otras modalidades como *galotxa* (4%) o *llargues* (1%).

Por otro lado, el 89% de la muestra jugaba habitualmente en la posición de *rest* (45%) o en la posición de *mitger* (44%). El resto de jugadores jugaba en posición de *punter* (8%) o indistintamente de *rest* y de *mitger* (3%). En cuanto a la lateralidad, un 11% fueron zurdos y un 89% diestros.

Finalmente, destacar que el 96% de la muestra no tenía ningún patrocinador (ni público ni privado) que les facilitase el material para la confección de la protección.

4.1.2.3. Recogida de la información

Con la encuesta definida y la muestra seleccionada, se procedió a realizar la recogida de la información. Antes de su puesta en práctica, los sujetos fueron informados de los objetivos del estudio, de la confidencialidad de los datos y firmaron un consentimiento para la utilización de la información respetando la Ley Orgánica de

Protección de Datos (LOPD, 1999) (Anexo 2). Todos los procedimientos descritos en este estudio cumplen con los requisitos establecidos en la declaración de Helsinki de 1975, revisada en 2008.

Los cuestionarios no se pasaron en masa, sino que fueron administrados de forma individual y a modo de **entrevista personal**, en la que dos investigadores, de forma presencial, leían las preguntas, aclaraban posibles dudas y anotaban las respuestas de los entrevistados. Para ello, se acudió a diferentes trinquetes de la Comunidad Valenciana donde los jugadores se hallaban jugando partidas o entrenando. Con un día de antelación, se preguntó de forma telefónica la disponibilidad de los jugadores para ser entrevistados. También se informó del objetivo del estudio a los gestores de los trinquetes y se les solicitó su permiso para llevar a cabo las entrevistas.

4.1.2.4. Tratamiento estadístico

Una vez recogida la información se llevó a cabo el tratamiento informático y estadístico. Para el tratamiento informático se volcaron los datos primarios en EXCEL XP 2007 y se conformaron las diferentes variables. Seguidamente, estos datos primarios se exportaron al programa SPSS 14.0 (Statistical Package for the Social Science, 2005) donde se realizaron los siguientes tratamientos estadísticos:

- **Análisis descriptivo**

Inicialmente se eliminaron los datos que eran atípicos según criterio experto mediante el análisis de los diagramas de caja e histogramas de los diferentes datos. Posteriormente, se procedió a los análisis mediante estadísticos descriptivos: frecuencias, modas, medias, máximos, mínimos, desviación típica, porcentajes y porcentajes acumulados.

- **Análisis factorial**

Esta técnica estadística multivariante se utilizó para reducir en pocos factores independientes el número de variables relacionadas con el tipo y la cantidad de material que se ponen los jugadores. De este modo, la información que explica la varianza total del fenómeno queda integrada siendo más evidente y manejable.

Para el empleo de esta técnica fue necesario recodificar de forma ordinal las variables referentes a la **cantidad de material** que se ponen los jugadores en las diferentes zonas de la mano. Se siguió una ordenación lógica que iba de menos capas de protección a más capas de protección. El **tipo de material** utilizado por los jugadores se agrupó en material blando y material rígido (tabla 6). Así, se conformaron **56 variables** referidas al tipo y cantidad de material utilizado en la confección de la protección, cada una de las cuales hace referencia a alguna de las zonas de la mano de la figura 25.

Tabla 6. Codificación de la cantidad de material utilizado por los jugadores para el material blando y el material rígido.

Código	Material Blando	Material Rígido
0	Nada	Nada
1	<i>Tesamol</i> [®] blando 1 capa	1 plancha de metal
2	<i>Tesamol</i> [®] duro 1 capa	2 planchas de metal
3	<i>Tesamol</i> [®] blando 2 capas	3 planchas de metal
4	<i>Tesamol</i> [®] duro 2 capas	4 planchas de metal
5		5 planchas de metal
6		6 planchas de metal

En el análisis factorial se empleó la rotación *varimax*; el método de extracción utilizado fue el método de componentes principales; el autovalor mínimo se estableció en 0.7 y la comunalidad mínima en 0.75.

- **Análisis de componentes principales**

Con los factores que se obtuvieron en el análisis factorial se realizó un análisis de componentes principales. Este análisis permitió determinar el número de grupos y la cantidad de sujetos de cada grupo que se pueden diferenciar en cuanto al tipo y cantidad de material utilizado en las protecciones. El tratamiento incluye un ANOVA ($p < 0.05$) que relaciona los factores resultantes del análisis factorial con los grupos de sujetos formados a partir del análisis de conglomerados o clusters. Así, los factores en los que se encuentran diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) constituirán las zonas de protección de la mano donde existen diferencias entre dichos grupos. Para determinar el número de conglomerados se establecieron tres condiciones: (1) cada conglomerado debía estar integrado como mínimo por un 10% de los casos totales; (2) el resultado y con ello la estructura de los datos debía ser estable (converger en pocas iteraciones) y (3) cuanto mayor fuese el número de conglomerados mejor se cubrirían las necesidades de los usuarios puesto que habría una mayor diversidad en la oferta del producto resultante.

Finalmente, para conocer en los grupos formados la cantidad de material que componían las diferentes zonas de la mano, se tomó como estadístico de referencia la moda, valorando su uso en función del porcentaje acumulado para la misma y los datos ofrecidos por otros estadísticos descriptivos como la media, el máximo y el mínimo. Estos análisis se realizaron con la modalidad de *escala i corda* y con la modalidad de *raspall*.

4.2. ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LESIONES Y MOLESTIAS EN LA MANO

4.2.1. VARIABLES ANALIZADAS

Uno de los objetivos principales de desarrollar un nuevo sistema de protección para la mano fue tratar de mejorar el elevado índice de lesiones que existe actualmente en esta zona corporal (66%) (Montaner *et al.*, en prensa). Para ello, se consideró necesario profundizar en el tipo, cantidad y localización de las lesiones que se producían los jugadores en la mano. De este modo, se analizaron las siguientes variables:

- Porcentajes de lesión en zona de la palma y dedos de la mano.
- Tipos de lesiones habituales en la mano.
- Influencia de la temperatura ambiental en la sensibilidad de la mano.
- Tiempo de convalecencia por lesiones en la mano.
- Incidencia de lesiones en la mano en función de la posición, de la modalidad de juego y del nivel deportivo.

4.2.2. MUESTRA DE ESTUDIO

Las encuestas se pasaron a una muestra constituida por **92 jugadores** de *pilota* de la Comunidad Valenciana, siendo elegidos los sujetos en función de su nivel competitivo. De este modo se obtuvieron dos categorías: aficionados (44.6%) y profesionales (55.4%) (tabla 7). Se consideraron profesionales a los censados como tales por la *Federació de Pilota Valenciana*. Asimismo, se consideran aficionados aquellos que poseían licencia de aficionado, tenían como mínimo 16 años de edad y poseían al menos 4 años de experiencia como jugadores de pelota.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tabla 7. Nivel competitivo de la muestra.

	Frecuencia	Porcentaje
Aficionado	41	44%
Profesional	51	56%
Total	92	100%

En la tabla 8 se exponen datos relacionados con la experiencia de los jugadores. En ella destaca la amplia experiencia de juego, que sobrepasa los 14 años de media. Además, se observa que compiten una media de 6.6 horas a la semana, de las cuales, 4.1 horas son partidas oficiales (3 semanales, cada una con una duración media de 82.1 minutos de juego) y 2.5 horas son partidas no oficiales. En cuanto a la preparación física, la media es de unas 4.5 horas semanales, aunque hay un total de 19 jugadores (20.2%) que no realizan preparación física, de los cuales únicamente 6 son profesionales.

Tabla 8. Descripción de la muestra: experiencia y dedicación a la actividad.

	N	Media	Mínimo	Máximo	Desv. típ.
Años de práctica	92	14.15	4	44	6.84
Horas de competición/semana	92	6.6	2	21	2.84
Horas de preparación física/semana	92	4.57	0	14	3.49
Partidos semanales	92	2.98	1	5	0.80
Minutos por partida	92	82.14	45	120	19.78

La siguiente tabla refleja las diferentes modalidades practicadas por los integrantes de la muestra. Se puede comprobar que existe una mayoría de practicantes de *escala i corda* (tabla 9).

Tabla 9. Descripción de la muestra: modalidades de *pilota valenciana* practicadas.

MODALIDAD	Frecuencia	Porcentaje
<i>Escala i Corda</i>	32	34.78%
<i>Escala i Corda y Otros</i>	26	28.26%
<i>Raspall</i>	16	17.39%
<i>Raspall y Otros</i>	10	10.87%
<i>Galotxa</i>	4	4.34%
<i>Escala i Corda y Raspall</i>	3	3.26%
<i>Llargues</i>	1	1.08%
Total	92	100%

A continuación, figuran las posiciones de juego que ocupan habitualmente los jugadores encuestados (tabla 10). Las dos posiciones básicas de juego en *pilota valenciana*, *mitger* y *resto*, están representadas en la muestra en un porcentaje similar.

Tabla 10. Descripción de la muestra: posición de juego.

POSICIÓN	Frecuencia	Porcentaje
<i>Resto</i>	43	46.74%
<i>Mitger</i>	34	36.95%
<i>Punter</i>	7	7.60%
<i>Mitger/Resto</i>	4	4.34%
<i>Mitger/Punter</i>	4	4.34%
Total	92	100%

4.2.3. INSTRUMENTOS DE MEDIDA UTILIZADOS

Para recoger la información epidemiológica se utilizó el método de encuestas. El modelo de encuesta incluía preguntas de carácter cerrado, dicotómicas (sí/no), con más de una alternativa de respuesta y de valoración en una escala tipo Likert de hasta 4 puntos (Likert, 1932) (Anexo 3).

4.2.4. RECOGIDA DE LA INFORMACIÓN

La recogida de la información se realizó del mismo modo que en el subapartado 4.1.2.3. (ver pág. 55), ya que el estudio de molestias corporales se llevó a cabo una vez finalizada la encuesta perteneciente al estudio horizontal de opinión.

4.2.5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Una vez recogida toda la información de las encuestas se codificaron las variables en el programa EXCELL XP 2007 y para su posterior análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 15 (2006) Los pasos seguidos en el tratamiento estadístico se muestran a continuación.

La primera actuación fue realizar el análisis descriptivo de las molestias o dolencias, utilizando los siguientes estadísticos descriptivos: frecuencias, medias, máximos, mínimos, desviación típica y porcentajes.

En segundo lugar, se realizó un análisis no paramétrico de la varianza (Kruskal Wallis) para conocer si existían diferencias estadísticamente significativas en las molestias sufridas por distintos grupos de *pilotaris*. Las variables de agrupación utilizadas fueron: posición de juego, modalidad practicada y nivel deportivo. El nivel de significación fue establecido en $p < 0.05$.

4.3. DISEÑO DEL GUANTE DE PROTECCIÓN

4.3.1. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DEL GUANTE

La primera tarea que se tuvo en consideración para el **diseño del guante** fue analizar la problemática descrita por los datos descriptivos obtenidos en la fase de encuestas. De este análisis se obtuvo información acerca de las especificaciones de diseño que debe cumplir el guante según la opinión de los usuarios. En la tabla 11 se observan las diferentes especificaciones de diseño que se analizaron.

Tabla 11. Especificaciones de diseño analizadas en la confección del prototipo de guante.

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO
Ajuste
Adecuación a la morfología de la mano
Elasticidad / flexibilidad
Espesor de los materiales
Amortiguación
Distribución de presiones
Transpiración
Peso
Grosor total
Protección frente al frío

4.3.2. ESTUDIO DE LOS MATERIALES PARA LA MANO: *DROP TEST*

Para seleccionar los materiales que iban a formar parte del guante fue necesario conocer sus propiedades mecánicas. Así, se realizó un estudio comparativo entre los materiales actualmente utilizados por los *pilotaris* y otros materiales de uso deportivo existentes en el mercado. Para ello, tal y como ocurre en la evaluación del equipamiento de otros deportes se empleó un *drop test* (Andrew, Dowdell, y Svenson, 1998; Pérez, 2004; Gámez, 2008). Éste, es un tipo de ensayo de laboratorio que se utiliza para **analizar la capacidad amortiguadora** de los materiales. Consiste en dejar caer, sobre el material ensayado, una masa conocida desde una altura determinada y analizar la reducción de fuerzas que ofrece el material mediante un acelerómetro. Así, el material que mayor fuerza sea capaz de absorber será el más protector.

4.3.2.1. Diseño de experiencias

En los *drop tests* realizados se dejó caer una masa de 2.5 kg desde 0.44 metros de altura. De esta forma se consiguió simular una velocidad de la pelota antes del impacto de 80 km/h (Anexo 4). Asimismo, se utilizó un acelerómetro uniaxial, ubicado en la zona lateral de la masa (figura 26). La variable de análisis que se utilizó fue la reducción de fuerzas. El número de impactos realizados con cada material fue de tres.

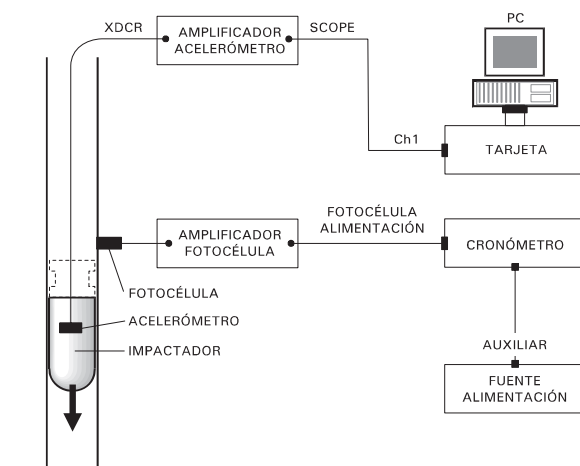


Figura 26. Esquema de medida del *drop test*.

4.3.2.2. Muestra de estudio

La muestra de materiales que se analizó estuvo compuesta por los materiales habitualmente utilizados por los *pilotaris* para confeccionar sus protecciones (*Tesamol*[®] blando y *Tesamol*[®] duro); por otros materiales que se emplean en calzado (EVA, Poron, Catane Light, capa Multiform, etc.) y por combinaciones de dos materiales de diferente rigidez, uno de rigidez alta con el propósito de favorecer la distribución de presiones y otro de rigidez baja con la misión de reducir fuerzas de impacto. De este modo, el muestrario a analizar estuvo formado por 36 muestras compuestas por 44 materiales diferentes (Anexo 5).

Para la elección final del material que formó parte de la protección tipo guante, se valoró tanto la capacidad de absorción de fuerza de los materiales como el grosor de los mismos, tratando de que este espesor se asemejara al utilizado habitualmente por los jugadores.

4.3.2.3. Tratamiento estadístico

En primer lugar, la distribución normal de los datos se contrastó mediante el test de Kolmogorov-Smirnov y la homocedastidad mediante la prueba de Levene. Una vez confirmados estos dos supuestos, el análisis estadístico consistió en un análisis descriptivo de la media y de la desviación típica. También se realizó un análisis comparativo entre materiales mediante el uso del ANOVA ($p < 0.05$).

4.3.3. ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO DE LA MANO

Para definir las tallas del prototipo del guante se utilizó como referencia la base de datos antropométricos “Adultdata. The handbook of Adult Anthropometric and Strength Measurements” (Peebles y Norris, 1998). Atendiendo a diferentes aspectos de la morfología de la mano (figura 27) se diseñó un único prototipo, diferenciado en **tres tallas**. Las tres tallas definidas fueron: una talla pequeña (percentil 50 de la población); una talla intermedia (percentil 70 de la población); y una talla grande (percentil 80 de la población (tabla 12).

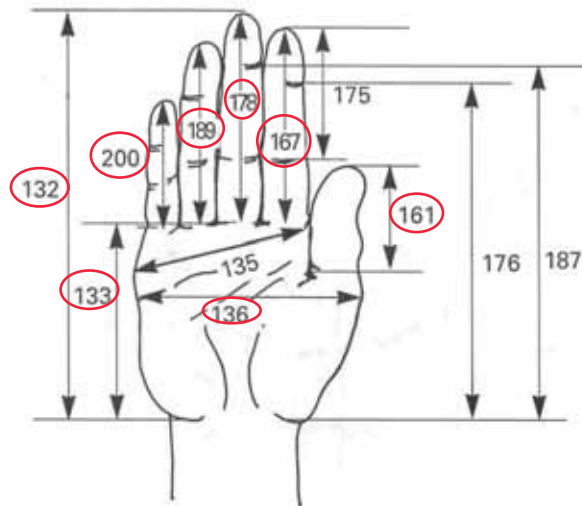


Figura 27. Medidas antropométricas de la mano utilizadas en la elaboración del guante (marcadas en círculo).

Tabla 12. Medidas antropométricas de la mano (en mm) para cada una de las tallas del guante.

	TALLA PEQUEÑA (M)	TALLA INTERMEDIA (L)	TALLA GRANDE (XL)
Longitud mano (nº 132)	190	196.7	200
Longitud palma (nº 133)	109.7	113.8	115.9
Ancho mano (nº 136)	106.8	110.9	113
Longitud del dedo pulgar (nº 161)	66.6	70.3	72.2
Longitud dedo índice (nº 165)	86	91.5	93.9
Longitud dedo corazón (nº 178)	84.2	88.1	90.1
Longitud dedo anular (nº 189)	78.7	82.3	84.2
Longitud dedo meñique (nº 200)	62.5	66.1	67.9

4.3.4. SOLUCIONES DE DISEÑO Y PROTOTIPO DESARROLLADO

El objetivo de este apartado fue definir y confeccionar un prototipo de guante con el que llevar a cabo los posteriores ensayos biomecánicos. Para establecer las soluciones de diseño más adecuadas, en primer lugar se estudiaron los datos referentes a la cantidad y tipo de material que se ponen los jugadores en las manos. Se tomó como referencia para la **cantidad de material**, los datos obtenidos por el estadístico de la moda en las diferentes zonas de protección de la mano, valorando su uso en función de otros estadísticos (porcentaje acumulado para la moda, media, máximo y mínimo) (figura 25). Estos resultados se extrajeron del estudio horizontal de opinión mediante el análisis de los estadísticos descriptivos del análisis de conglomerados.

En segundo lugar, con el fin de mejorar las prestaciones amortiguadoras y de distribución de las presiones de los materiales utilizados por los jugadores, y en base a los resultados obtenidos en el estudio de materiales, se seleccionó el **tipo de material** que iba a formar parte de la base amortiguadora del guante.

Finalmente, se concretaron los distintos tipos de **materiales** a utilizar en la **estructura** del guante, los **elementos de ajuste** y los de **protección**. Las soluciones de diseño aportadas son fruto del análisis de las necesidades y preferencias descritas en el apartado 4.1. (ver pág. 47) y de los materiales existentes en el mercado. Los criterios para seleccionar estos materiales fueron su disponibilidad en el mercado y su adaptación al uso propuesto.

4.4. VALIDACIÓN BIOMECÁNICA DEL GUANTE DE PROTECCIÓN

4.4.1. MUESTRA DE ESTUDIO

La muestra de jugadores que participó en los ensayos biomecánicos estuvo compuesta por **15 jugadores** de *pilota valenciana*; de ellos, **9 jugadores** jugaba en **categoría profesional** (60%) y tres jugadores había jugado alguna vez en su vida deportiva una o más partidas como profesional.

En cuanto a las modalidades habitualmente practicadas por los jugadores de la muestra, un **60%** jugaba a *escala i corda* (9 jugadores) y un **40%** a *raspall* (6 jugadores).

En relación a la posición de juego, un **66.6%** de la muestra jugaba habitualmente en la posición de *rest* (10 jugadores), mientras que el **33.3%** lo hacía en la posición de *mitger* (5 jugadores).

Respecto a las características personales de los *pilotaris*, todos ellos eran varones con edades comprendidas entre 17 y 40 años, siendo la media de edad de 24.00 ± 5.83 años. La media del peso era de 80.47 ± 10.24 Kg. y la estatura media de 180.07 ± 7.10 cm. Todos los jugadores eran predominantemente diestros.

La tabla 13 expone los datos relativos a la experiencia y práctica de los *pilotaris*, destacando la gran dedicación que tienen al juego, con una media de práctica de 12.33 ± 4.76 años y con una práctica semanal de *pilota* de 8.27 ± 4.42 horas.

Tabla 13. Descripción de la muestra: experiencia y dedicación a la actividad.

	N	Media	Mínimo	Máximo	Desv. típ.
Años de práctica	15	12.33	5	25	4.76
Horas semanales de <i>pilota</i>	15	8.27	3	20	4.42
Horas de preparación física/ semana	15	7.67	0	14	4.81
Partidos semanales	15	2.20	2	3	0.41
Minutos por partida	15	80	40	90	15.58

4.4.2. DISEÑO DE EXPERIENCIAS

La validación del guante de protección se realizó mediante un estudio comparativo entre éste y una protección tradicional tipo. Para ello, la muestra de 15 *pilotarís* descrita anteriormente, participó en un **ensayo de campo** que se llevó a cabo en el trinquete de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV). Este trinquete es considerado como uno de los mejor valorados en la Comunidad Valenciana por la calidad de sus instalaciones (Montaner, 2010).

4.4.2.1. Descripción del ensayo biomecánico

El ensayo biomecánico se dividió en cuatro tareas diferenciadas, llevándose a cabo cada una de ellas del mismo modo con cada uno de los sujetos participantes (tabla 14).

MATERIAL Y MÉTODOS

Tabla 14. Estructura del ensayo biomecánico y descripción de cada una de las tareas.

TAREAS	DESCRIPCIÓN
TAREA 1 INFORMACIÓN Duración 5'	<ul style="list-style-type: none">• Explicación de las características y objetivos del ensayo.• Consentimiento informado respetando la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD, 1999).
TAREA 2 CALENTAMIENTO DIRIGIDO Duración 10'	<ul style="list-style-type: none">• Desplazamientos; movimientos articulares del miembro inferior y superior; estiramientos de miembro inferior y superior; golpes contra la muralla con mano sin protección y <i>pilota de badana</i> y finalmente golpes suaves contra la muralla con mano sin protección y <i>pilota de vaqueta</i>.
TAREA 3 ENSAYO BIOMECÁNICO Duración 40' aprox.	<ul style="list-style-type: none">• Instrumentación: guante instrumentado basado en la tecnología Biofoot/IBV.• Colocación de protección tradicional / guante (comienzo aleatorio con una u otra protección).• Habitación de 5 minutos al equipo Biofoot/IBV.• Ensayo y registro de golpes.
TAREA 4 VALORACIÓN DEL GUANTE Duración 10' aprox.	<ul style="list-style-type: none">• Encuesta acerca del guante tipo Likert de 5 puntos (Likert, 1932).

Los sujetos de ensayo fueron citados telefónicamente, informándoles en ese momento de las características y objetivos del estudio. De forma presencial, cumplieron una ficha de participación voluntaria y dieron su consentimiento para utilizar la información extraída en el estudio, para incluir sus datos en una base de datos y para ceder las imágenes recogidas, de modo que pudieran utilizarse en informes

MATERIAL Y MÉTODOS

o publicaciones (LOPD, 1999). La disponibilidad de los sujetos para participar en los ensayos, así como la propia disponibilidad de la maquinaria de ensayo del IBV, fueron los criterios básicos para realizar los ensayos. Los sujetos participaron en turnos de mañana o tarde, no realizándose más de dos ensayos en cada media jornada.

Una vez realizadas las tareas de información y de calentamiento (tabla 14), comenzaba la fase 3 o fase de ensayo propiamente dicha. En él, se lanzaba a los jugadores una *pilota de vaqueta* mediante el uso de un cañón neumático (figura 28). La distancia entre la salida de la pelota y el jugador era de 35 metros. Para todos los ensayos se utilizaron un total de tres *pilotes de vaqueta de escala i corda* nuevas, las cuales se comprobó que tenían un comportamiento muy similar, no existiendo diferencias significativas entre ellas ($p < 0.05$) en variables como el peso, la dureza, el coeficiente de restitución y el diámetro (tabla 15). Cada jugador empleaba durante todo el ensayo siempre la misma pelota y la elección de ésta fue aleatoria. La aleatoriedad de los casos se realizó con el programa informático MATLAB 7.2 (2006).

Tabla 15. Características de las pelotas de ensayo (medias de 5 repeticiones).

	PESO (g)	DUREZA (HRC)	DIÁMETRO (mm)	COEFICIENTE DE RESTITUCIÓN (ϵ_1)
PELOTA 1	43.79	70.4	43.37	0.66
PELOTA 2	45.32	70.8	42.9	0.64
PELOTA 3	45.79	70.4	42.12	0.60

Por otro lado, el tubo del cañón neumático por donde salía disparada la pelota se dispuso con una inclinación de 25° respecto a la horizontal. La presión a la que fueron lanzadas las pelotas fue de 1.5 bares, lo cual suponía que la pelota se lanzaba a una

MATERIAL Y MÉTODOS

velocidad aproximada de 70 km/h. Para controlar y registrar la velocidad de lanzamiento se utilizó un radar basado en el efecto *doppler* (figura 28). Todos aquellos lanzamientos cuyo registro de la velocidad de salida no excedieron el 5% de 70 km/h fueron considerados como válidos (rango = 66.5 – 73.5 km/h).

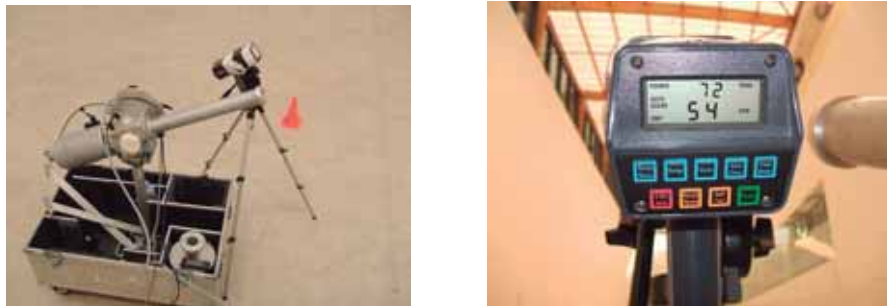


Figura 28. Cañón neumático (izquierda) y radar (derecha) utilizados en los ensayos biomecánicos.

Una vez lanzada la pelota, ésta daba un bote y el jugador la devolvía con la acción técnica de golpeo denominada “palma” (ver pág. 17). Cada jugador realizó **5 golpes con la protección tradicional** y **5 golpes con el guante**. La consigna que se les dio a los jugadores para golpear la pelota antes de comenzar el ensayo fue: “lanza lo más lejos posible, por encima de la cuerda, sin golpear la muralla y con la máxima precisión” (figura 29).

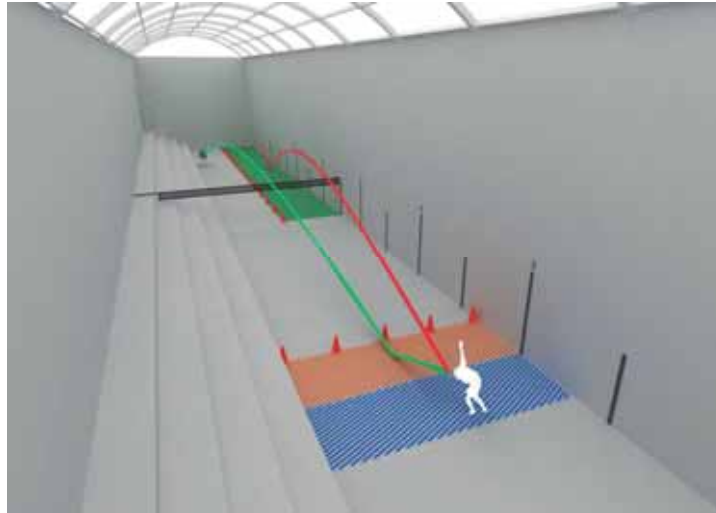


Figura 29. Ensayo biomecánico.

La elección con la cual se comenzaba el ensayo, también se realizó de forma aleatoria mediante el uso del programa informático MATLAB 7.2 (2006). Antes de la colocación de la protección, se instrumentaba al jugador con el sistema de análisis de presiones palmares Biofoot/IBV (figura 30). Para fijar el guante instrumentado y que los sensores registraran siempre las mismas zonas de la mano, se colocó una cinta adhesiva de doble cara sobre la palma y los dedos de la mano. Posteriormente, el jugador se colocaba encima la protección correspondiente (figura 31). Una vez el jugador estaba completamente instrumentado, realizaba un calentamiento de 5 minutos con diferentes tipos de golpes y con *pilota de vaqueta* para habituarse al equipo de medición. Además, antes de realizar el ensayo real y de registrar por tanto los datos, se llevó a cabo una simulación del ensayo, ejecutando el jugador 3 golpes de prueba.

MATERIAL Y MÉTODOS

Cabe destacar, que los elevados impactos que se producen durante los golpes pueden llegar a estropear los sensores piezoeléctricos. De este modo, para evitar un posible mal funcionamiento de las plantillas, se decidió cambiar la plantilla instrumentada cada cinco golpes, es decir, cada cambio de condición, comprobándose “in situ” que cada registro fuese correcto.



Figura 30. Guante instrumentado para la medición de presiones palmares (Biofoot/IBV): Sin protección (izquierda) y con protección tradicional (derecha).



Figura 31. Equipamiento completo del sistema de análisis de presiones palmares.

Finalmente, una vez el jugador había realizado los 5 golpes con cada tipo de protección, se pasaba a la tarea 4 (tabla 14), que consistió en una encuesta acerca del guante de protección. Antes de comenzar la encuesta el jugador se colocaba el guante

de protección sin la plantilla instrumentada, para así experimentar el guante tal y como lo llevarían en una partida. En ese momento comenzaba la encuesta.

4.4.2.2. Ensayo Piloto

Previo al desarrollo de los ensayos con la muestra de jugadores, se realizó un **ensayo piloto con un jugador profesional** de *pilota valenciana*. El objetivo de dicho ensayo fue analizar la problemática del ensayo: comprobar dónde se iba a situar la maquinaria; dónde botaba la pelota al ser lanzada y dónde se debía colocar el jugador para golpear la pelota; de qué modo se iban a realizar los diferentes registros; verificar el adecuado funcionamiento del sistema de análisis de presiones y del cañón neumático; definir la protección tradicional tipo con la que realizar los ensayos; comprobar la adecuación de las preguntas de la encuesta que se iba a pasar, así como otros aspectos metodológicos. Además, como consecuencia del ensayo piloto se pudo estimar el tiempo necesario que se emplearía en cada ensayo: alrededor de 1 hora de duración con cada jugador.

4.4.2.3. Definición de una protección tradicional tipo

Para la validación biomecánica del guante de protección fue necesario definir previamente una **protección tradicional tipo** con el que compararlo. Esta protección tradicional se confeccionó a partir de la información extraída en el estudio de encuestas (apartado 4.1), dándose el visto bueno definitivo de la protección tipo mediante la entrevista realizada a un jugador profesional de *pilota valenciana* (ensayo piloto). En la validación biomecánica todos los jugadores participantes se confeccionaron del mismo modo la protección tradicional establecida.

4.4.3. VARIABLES ANALIZADAS

4.4.3.1. Precisión en el golpeo y distancia alcanzada después del golpeo

Durante el ensayo se registraron **dos tipos de variables relacionadas con el rendimiento en el juego**, las cuales quedan descritas en la tabla 16. En el Anexo 6 puede observarse la ficha de registro utilizada para este tipo de variables.

Tabla 16. Descripción de la variable de precisión en el golpeo y de la variable distancia alcanzada después del golpeo.

VARIABLES OBJETIVAS	
VARIABLES DE RENDIMIENTO	DESCRIPCIÓN
1. Distancia alcanzada por la pelota después del golpeo (m)	<ul style="list-style-type: none"> • Distancia alcanzada por la pelota al ser golpeada por el jugador. • Medición realizada desde la zona de lanzamiento hasta el primer bote de la pelota. • Se utilizó papel reciclado en la “zona de acierto” para que quedara marcado el impacto de la pelota sobre el mismo. • Se registro esta variable tanto si el golpeo fue “acierto o error”.
2. Precisión en el golpeo (acierto/error).	<ul style="list-style-type: none"> • Se consideró golpear con precisión (“acierto”), enviar la pelota directamente dentro de un espacio de 3.5 metros de ancho, delimitado entre la muralla y una línea de conos. • Fue considerado no golpear con precisión (“error”) enviar la pelota fuera del espacio de 3.5 metros de ancho así como golpear la pelota en la muralla.

4.4.3.2. Presiones palmares durante el golpeo

Para la medición de presiones en la palma de la mano se utilizó el equipo **Biofoot/IBV adaptado a la mano**, el cual registra las presiones mediante el uso de cerámicas piezoeléctricas.

Las **variables definidas** para el estudio fueron las siguientes:

1. **Presión máxima:** presiones palmares máximas que se producen sobre la mano durante el impacto medidas en kilopascales (kPa) ($98 \text{ kPa} = 1 \text{ kg/cm}^2$).
2. **Zonas de impacto:** zonas de la mano en las que se produce el impacto, determinadas por 8 sensores activos (figura 32).

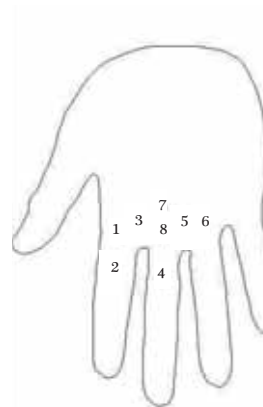
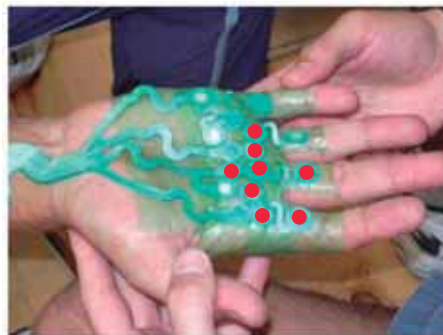


Figura 32. Guante instrumentado (Biofoot/IBV) y zonas de impacto (en rojo, izquierda) y correspondencia numérica de cada uno de los ocho sensores en la mano (derecha).

4.4.3.3. Valoración de los jugadores del guante de protección

En la fase final del ensayo, se conoció la valoración de los jugadores acerca del guante de protección, tanto el grado de aceptación del guante como su validez en relación a aspectos concretos del diseño. Este estudio permitió trazar nuevas propuestas para diseñar un mejor producto. Para todo ello, se llevó a cabo una **encuesta de 21 preguntas tipo Likert de 5 puntos** (escala de 1 a 5, en la que 1 significa muy en desacuerdo, 3 hace referencia a una opinión neutra y 5 significa muy de acuerdo) (Likert, 1932).

En la tabla 17 puede observarse el tipo de variables que conformaban este estudio de opinión. El Anexo 7 muestra la encuesta de opinión del guante de protección.

Tabla 17. Variables de percepción del usuario utilizadas en la validación del guante de protección.

VARIABLES SUBJETIVAS	
1. Es fácil de colocar	12. Tiene una adecuada cantidad de material
2. Tacto adecuado con la pelota	13. Buena transpiración del dorso
3. Permite una buena flexión de la mano	14. Buena protección
4. Genera poco sudor	15. El dorso gusta
5. Permite una buena adherencia a la mano	16. Adecuada talla
6. Adecuado cierre del velcro®	17. Buena distribución de los tacos de protección en dedos y mano
7. Costuras cómodas	18. El color gusta
8. Adecuado tamaño de los tacos de protección	19. Buena sensibilidad de la pelota durante el golpeo
9. Adecuado grosor de los tacos de protección	20. Es fácil de quitar
10. Buena movilidad en la flexión de los dedos	21. Es cómodo
11. Buen ajuste de la falange distal	

4.4.4. PUESTA A PUNTO DEL EQUIPO DE MEDICIÓN DE PRESIONES PALMARES

Antes de realizar el proceso de validación biomecánica del guante de protección, fue necesario comprobar la adaptación y puesta a punto de la cadena de medida del equipo de medición de presiones palmares al contexto específico de la *pilota valenciana*. Cabe recordar, que el equipo de medición de presiones ya se desarrolló y utilizó en pelota vasca (Gámez, 2008). No obstante, dadas las diferencias de juego entre uno y otro deporte (tamaño de la pelota y tipo de protección fundamentalmente) y las diferencias en el tipo de ensayo realizado, fue conveniente comprobar la adecuación del sistema a las características de este estudio. En la tabla 18 se describen los objetivos de la puesta a punto del equipo de medición de presiones palmares.

Tabla 18. Objetivo de la puesta a punto del equipo de medición de presiones palmares.

OBJETIVOS	DESCRIPCIÓN
Comprobar el funcionamiento de la cadena de medida.	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar que los diferentes registros se realizaban con normalidad. • Comprobar que funcionaban todos los sensores. • Comprobar el grado de saturación de las señales.
Determinar la variabilidad de las mediciones	<ul style="list-style-type: none"> • Se calculó el coeficiente de variación ($[(\text{desviación típica}/\text{media}) * 100]$) de las presiones máximas medias obtenidas en cada sensor. Se aceptó una variabilidad del gesto del 25% (Gurney, Kersting y Rosenbaum, 2008).

4.4.4.1. Prueba de funcionamiento

La prueba de funcionamiento se llevó a cabo durante el ensayo piloto descrito anteriormente. En ella participó un *pilotari* profesional y se utilizó el guante de protección diseñado. Se registraron 10 golpes de “palma”, ejecutándose el ensayo tal y como se iba a realizar en la validación del guante de protección. En cada registro se empleó una frecuencia de muestreo de 3450 Hz, un tiempo de adquisición de 1 segundo y se activaron 8 sensores.

4.4.4.2. Tratamiento estadístico

El tratamiento estadístico consistió en un análisis descriptivo de los datos con el programa estadístico SPSS 15.0 (2006). En primer lugar, se comprobó la adecuación de cada una de las señales adquiridas durante los 10 golpes realizados. Seguidamente, se eliminaron aquellos datos atípicos según criterio experto y finalmente, se calculó para cada uno de los sensores, las presiones máximas, la media de las presiones máximas y el coeficiente de variación (C.V.).

4.4.5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

El tratamiento de los datos se llevó a cabo con el programa SPSS 17.0 (2008). En primer lugar, se exploraron y analizaron todos los datos con el fin de identificar valores anómalos, es decir, aquellos valores que se alejaban más de 2 desviaciones típicas de la media. Posteriormente, se valoró si era conveniente su eliminación.

A continuación, se muestran los distintos análisis estadísticos realizados en el estudio de las diferentes variables para la validación biomecánica del guante de protección.

4.4.5.1. Precisión en el golpeo y distancia alcanzada después del golpeo

Para estudiar la influencia de cada tipo de protección en la precisión y la distancia alcanzada, se siguieron diferentes procesos en función cada variable:

- **Precisión en el golpeo**

1. **Análisis descriptivo de los datos.** Los estadísticos empleados fueron la frecuencia, el porcentaje y el porcentaje acumulado.
2. **Análisis de las diferencias entre la protección tradicional y el guante de protección.** Se realizó un análisis no paramétrico con el estadístico Kruskal Wallis. Se introdujo el tipo de protección como variable de agrupación y el nivel de significación fue de $p < 0.05$.

- **Distancia alcanzada después del golpeo**

1. **Análisis descriptivo de los datos.** Los estadísticos empleados fueron la media, el máximo, el mínimo, el cociente de variación y la desviación típica.
2. **Análisis de las diferencias entre la protección tradicional y el guante de protección.** Con el objetivo de determinar la normalidad de la distribución de la varianza, se realizó la prueba de la bondad del ajuste con el estadístico Kolmogorov-Smirnov. A continuación, se aplicó la prueba de Levene para comprobar la homogeneidad de la varianza. Por último para comparar las prestaciones de cada protección se realizó **la prueba T** ($p < 0.05$).

4.4.5.2. Presiones palmares durante el golpeo

1. **Análisis descriptivo de los datos.** Los estadísticos empleados fueron la media de las presiones máximas y su desviación típica; y el máximo en cada sensor, tanto para el guante de protección como para la protección tradicional.
2. **Análisis de las diferencias entre la protección tradicional y el guante de protección.** Con el objetivo de determinar la normalidad de la distribución de la varianza, se realizó la prueba de la bondad del ajuste con el estadístico Kolmogorov-Smirnov. A continuación, se aplicó la prueba de Levene para comprobar la homogeneidad de la varianza. Por otro lado, para comparar las prestaciones de cada guante se realizó un análisis de la varianza (Modelo Lineal General Multivariante) de la media de las presiones máximas de cada uno de los sensores utilizando como factor fijo los sistemas de protección, como factor aleatorio el sujeto, así como la interacción entre ambos ($p < 0.05$).

4.4.5.3. Valoración de los jugadores del guante de protección

1. **Análisis descriptivo de los datos.** Se utilizó como estadístico la frecuencia. Las valoraciones subjetivas de los jugadores acerca del guante (realizadas en una escala de 1 a 5) se agruparon en 3 bloques:
 - ✓ De acuerdo (puntuaciones 4 y 5 de la escala subjetiva).
 - ✓ Neutro (puntuación 3 de la escala subjetiva).
 - ✓ En desacuerdo (puntuaciones 1 y 2 de la escala subjetiva).

Asimismo, para realizar una valoración general por aspectos de diseño, las diferentes variables de la encuesta fueron agrupadas en las siguientes variables de nivel superior: usabilidad, ajuste, confort, rendimiento, protección y diseño.

2. Análisis de las diferencias de valoración del guante de protección en función de diferentes poblaciones de la muestra. Se llevó a cabo fue un análisis no paramétrico con el estadístico Kruskal Wallis. En este análisis se compararon las valoraciones realizadas sobre el guante en función del nivel deportivo (profesional/amateur); de la modalidad practicada (*escala i corda/raspall*) y de la posición de juego (*resto/mitger*). El nivel de significación utilizado fue de $p < 0.05$.

5. *RESULTADOS*

5.1. ESTUDIO INICIAL PARA CONOCER LAS NECESIDADES Y PREFERENCIAS DE LOS USUARIOS Y ESTABLECER LOS CRITERIOS DE DISEÑO DE UN GUANTE DE PROTECCIÓN

5.1.1. PROBLEMÁTICA EXISTENTE EN TORNO A LAS PROTECCIONES

5.1.1.1. Resultados del panel de expertos

La información extraída del panel de expertos está relacionada con las necesidades y preferencias que tienen los jugadores en relación al uso de sus protecciones. Los resultados se han agrupado en familias de necesidades para facilitar su comprensión (tabla 19).

Tabla 19. Resultados del panel de expertos agrupados en familias de necesidades.

AJUSTE
Que se ajuste bien a la mano.
Que sea una protección anatómica y se adapte bien a la morfología de la mano.
CONFORT
Que sea cómoda.
Que no moleste al mover la mano y permita su movilidad.
Que se sienta algo la pelota durante el golpeo.
Que no sude la mano.
USABILIDAD
Que se reduzca el tiempo de colocación de la protección.
Que la protección sea modificable por el usuario.
Que sea fácil de poner, quitar y guardar.
RENDIMIENTO
Que permita una buena flexión de los dedos.
Que la pelota ruede bien por la protección.
Que permita un juego rápido y técnico. Es decir, que favorezca el control de la pelota y la potencia en el golpeo.
Que tenga poco material protector para favorecer una mayor velocidad de salida de la pelota.
Que la protección sea larga y cubra los dedos, favoreciendo el recorrido de la pelota.
Que sientan la pelota al golpearla.
Que haya diferentes niveles de protección en función del rendimiento deseado.
PROBLEMAS DE SALUD
Que la pelota no cause dolor durante el golpeo.
CALIDAD
Que la mano quede homogénea.
Que haya materiales con distinto nivel de protección y que sean resistentes.
Que utilice planchas de metal.
Que perdure en buenas condiciones el mayor tiempo posible.
Que sea ligera.

5.1.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN DE LAS PROTECCIONES

5.1.2.1. Resultados descriptivos de los datos técnicos de las protecciones

Los resultados extraídos del estudio horizontal de opinión describen las características técnicas que actualmente reúnen las protecciones y los materiales utilizados. También destacan las preferencias de los jugadores acerca de estas prestaciones y la aceptación a utilizar un futuro guante de protección. Estos resultados se han agrupado en seis categorías: (a) aceptación del guante de protección, (b) materiales utilizados, (c) usabilidad, (d) confort, (e) rendimiento y (f) configuración actual de las protecciones.

(a) Resultados de la aceptación del guante de protección

El 99% de los encuestados **compraría un guante** de protección para jugar a *pilota valenciana* si les garantizara un rendimiento similar o superior al que obtienen con las protecciones actuales.

(b) Resultados de los materiales utilizados en las protecciones

El **esparadrapo** es uno de los principales materiales que utilizan los jugadores para confeccionarse las protecciones. La función de este material es fijar en la mano el resto de elementos que utilizan (cartas, *tesamol*[®], planchas de metal, etc.). De la muestra, un 6% utiliza siempre el mismo tipo de esparadrapo y el 77% considera que se podría mejorar. Según el 64% de los encuestados, un mejor esparadrapo sería aquel que consiguiera una mayor adherencia a la mano. Desde un punto de vista estético, el **color** del esparadrapo utilizado agrada casi a la totalidad de los jugadores (96%).

RESULTADOS

El **material amortiguador** utilizado es otro componente fundamental para la configuración de la protección, ya que sus propiedades influyen tanto en el rendimiento como en la salud de la mano del jugador. Es destacable que en un 90% de los casos están contentos con el tipo de material amortiguador utilizado. Sin embargo, casi la mitad de los jugadores (49%) considera que el material amortiguador se podría mejorar. Los tipos de mejora que proponen los jugadores son variados, destacando que sean más duros (11%), más duraderos (10%) o con diferentes espesores (7%). Respecto a su **uso**, un amplio porcentaje ha probado más de un tipo de material amortiguador (85%). Los principales motivos del cambio han sido buscar un material más duro (8%) o buscar una mayor protección y amortiguación (8%). Acerca del **tipo de material** utilizado, la muestra emplea fundamentalmente dos tipos de materiales amortiguadores: *Tesamol*[®] blando (37%), *Tesamol*[®] duro (27%) o la combinación de ambos (17%).

Por otra parte, el 85% de los jugadores opina que los **tacos de material** de las protecciones deberían tener una forma anatómica, aunque casi la totalidad de la muestra considera que los actuales se adaptan bien o muy bien (95%) y que tienen un grosor correcto (80%).

Otro material importante en la confección de la protección son las **planchas de metal** (figura 33). El 63% de los jugadores afirma que las planchas de metal que utilizan son rígidas y poco flexibles, deseando un 25% que fuesen más flexibles. El grosor de las mismas suele ser de 1 mm (67%), de 0.8 mm (17%) o de 0.5 mm (16%).



Figura 33. Jugador colocándose una plancha de metal en la zona de la cabeza de los metacarpos.

El uso del **guante tradicional** por parte de los jugadores es bajo, ya que un 67% no lo utiliza. Aún así, el 59% de los jugadores encuestados considera que el guante tradicional de *pilota valenciana* es útil por ofrecer, fundamentalmente, un mejor ajuste y una mayor protección (33%).

(c) Resultados de la usabilidad que ofrece la protección

Los datos acerca de la **confección** de la protección revelan que es una tarea en la que emplean una hora o más (84%) (figura 34). Además, al 60% de los jugadores les resulta “engorroso” tener que prepararse las protecciones.

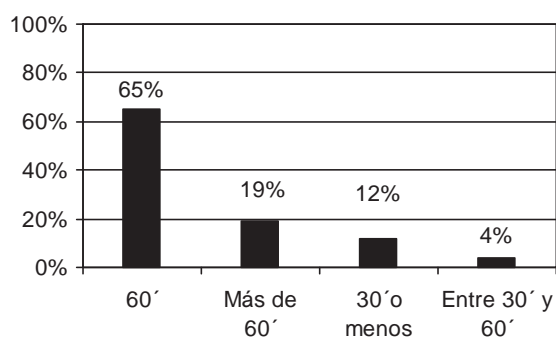


Figura 34. Tiempo dedicado en la confección de la protección.

(d) Resultados del confort que ofrecen las protecciones

Por lo que respecta al **confort** que siente el *pilotari* con sus protecciones, el 36% de los jugadores opina que sus protecciones son incómodas, mientras que un 44% de los encuestados considera que sus protecciones son cómodas o muy cómodas.

En relación al **confort térmico**, es destacable que el 85% de los jugadores pasa frío con sus protecciones y que el 88% de los encuestados cree importante que el guante que se desarrolle proteja del frío. Por su parte, la **cantidad de sudor** que la protección origina en la mano es elevada para el 33% de la muestra, deseando el 84% que la sudoración sea menor, especialmente en la palma de la mano (52%) o en el dorso (30%), consideradas como las **zonas de mayor sudoración**.

Asimismo, para el 17% de los jugadores su protección es **pesada** o muy pesada y un 47% preferiría que ésta fuese más ligera. Por lo que respecta al **ajuste** que consiguen con sus protecciones, éste es considerado correcto (92%) y gusta a la mayoría de los jugadores (90%).

Otro aspecto relacionado con el confort y que está directamente relacionado con el rendimiento que ofrece la protección en el juego, es la capacidad que tienen los materiales para **amortiguar los impactos**. En este sentido, un tercio de la muestra (33%) desearía que los materiales fuesen más amortiguadores. De forma similar, un 49% considera que los materiales que utilizan distribuyen mal o muy mal las **presiones**, mientras que el 56% desearía una mejor distribución de las presiones.

(e) Resultados del rendimiento que ofrecen las protecciones

El 67% de los jugadores considera que sus protecciones **empeoran el rendimiento** (figura 35), considerando el 88% que tienen una influencia negativa sobre el **control de la pelota**. Las principales causas de este empeoramiento son el grosor y rigidez de la protección (73%).

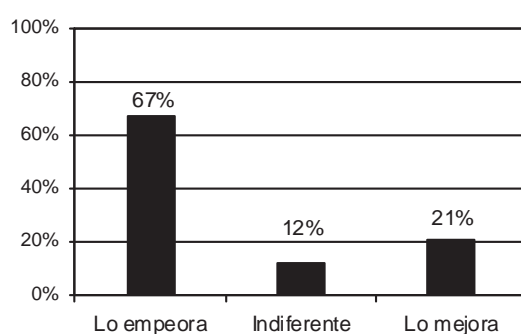


Figura 35. Efecto que tienen las actuales protecciones sobre el rendimiento.

Por otro lado, el 44% considera que protección influye de forma negativa o muy negativa sobre la **velocidad de salida de la pelota** (figura 36). En este caso, los principales factores descritos que influyen en la velocidad de salida son: la amortiguación (18%), el grosor (16%), la dureza (11%) y la rigidez (11%) de la protección.

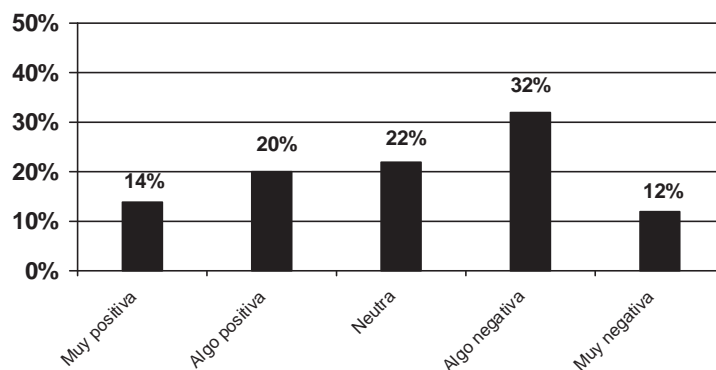


Figura 36. Influencia de la protección en la velocidad de salida de la pelota.

Respecto a las **sensaciones que se producen al golpear la pelota**, cabe destacar que a la mayoría (96%) les gusta “sentir algo” (49%) o “sentir mucho” la pelota (47%).

Otro aspecto que está directamente relacionado con el rendimiento en el juego es la **elasticidad** que ofrece la protección, es decir, poder mover la mano con la protección puesta. Así, el 60% de los jugadores opina que la elasticidad de sus protecciones es alta o muy alta. No obstante, al 67% le gustaría que la elasticidad de su protección fuese mayor.

En cuanto a las diferentes **modificaciones que los jugadores realizan en la configuración** de la protección, éstas se producen principalmente por la existencia de algún tipo de lesión o molestia en la mano (93%). Además, suelen utilizar las mismas protecciones en competición que en entrenamiento (77%).

RESULTADOS

(f) Resultados acerca de la configuración actual de las protecciones

En cuanto a la **configuración de la protección**, los jugadores utilizan distintos tipos de materiales. En la tabla 20 se detallan los materiales utilizados por los jugadores de la muestra. Estos materiales han sido agrupados en dos grandes bloques en función de sus características: materiales blandos y materiales rígidos.

Tabla 20. Tipos de materiales y combinaciones habituales de los mismos utilizados en la confección de la protección.

MATERIAL BLANDO	MATERIAL RÍGIDO
1. <i>Tesamol</i> ® Blando	1. Una plancha de metal
2. <i>Tesamol</i> ® Blando 2 capas	2. Dos planchas de metal
3. <i>Tesamol</i> ® Duro	3. Plásticos
4. <i>Tesamol</i> ® Duro 2 capas	4. Cartas
5. Cuero	5. Cartuchos
6. Goma	6. Dedales
7. Algodón	7. Cartas + 1 plancha de metal

Seguidamente, se muestran una serie de figuras que hacen referencia a la distribución y cantidad de material utilizado en cada una de las zonas de la mano en función de la **modalidad practicada** (*escala i corda*/*raspall*) y de la **posición de juego** (*resto/mitger*). En color rojo y en cursiva puede observarse el porcentaje de jugadores que utiliza protección en cada zona, mientras que en color negro puede observarse el tipo de material más utilizado y el porcentaje de jugadores que utiliza ese material. Además, cada figura hace referencia al uso de **material blando** o de **material rígido** (figuras 37 – 44).

RESULTADOS

RESTOS - ESCALA I CORDA

MATERIAL BLANDO

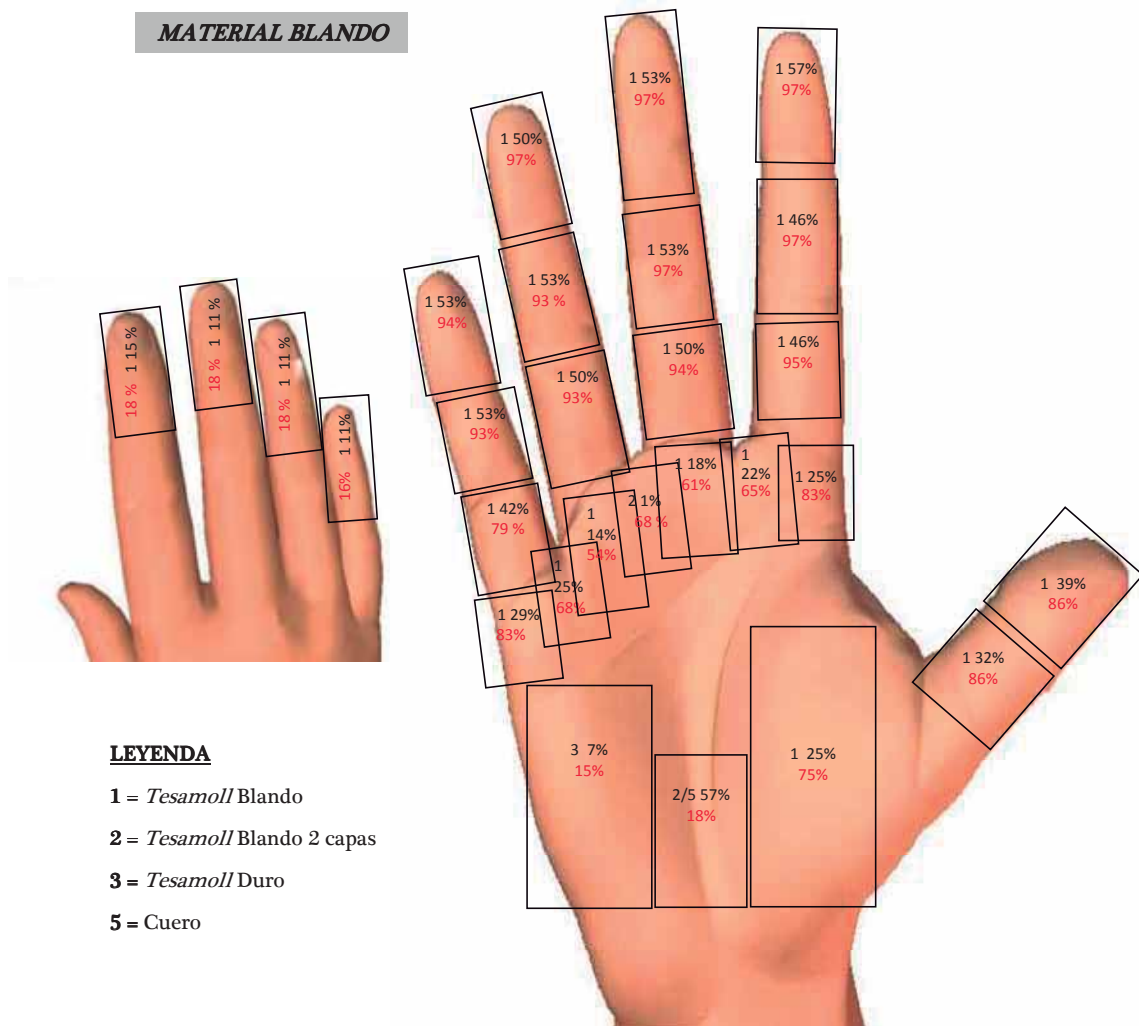


Figura 37. Jugadores *restos* de la modalidad de *escala i corda* que utilizan material blando (en rojo) y tipo de material blando más utilizado (en negro).

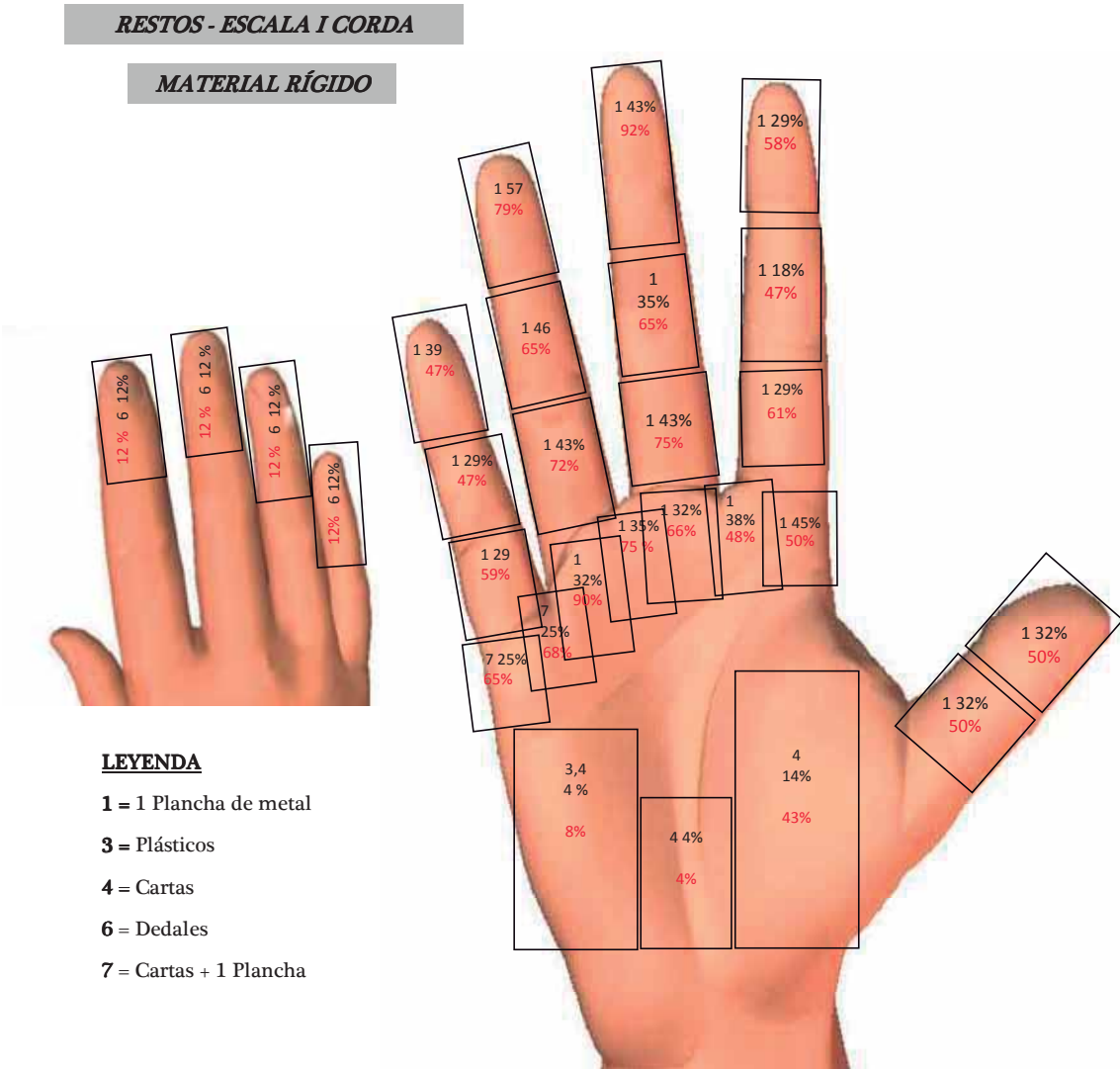


Figura 38. Jugadores *restos* de la modalidad de *escala i corda* que utilizan material rígido (en rojo) y tipo de material rígido más utilizado (en negro).

RESULTADOS

MITGERS - ESCALA I CORDA

MATERIAL BLANDO

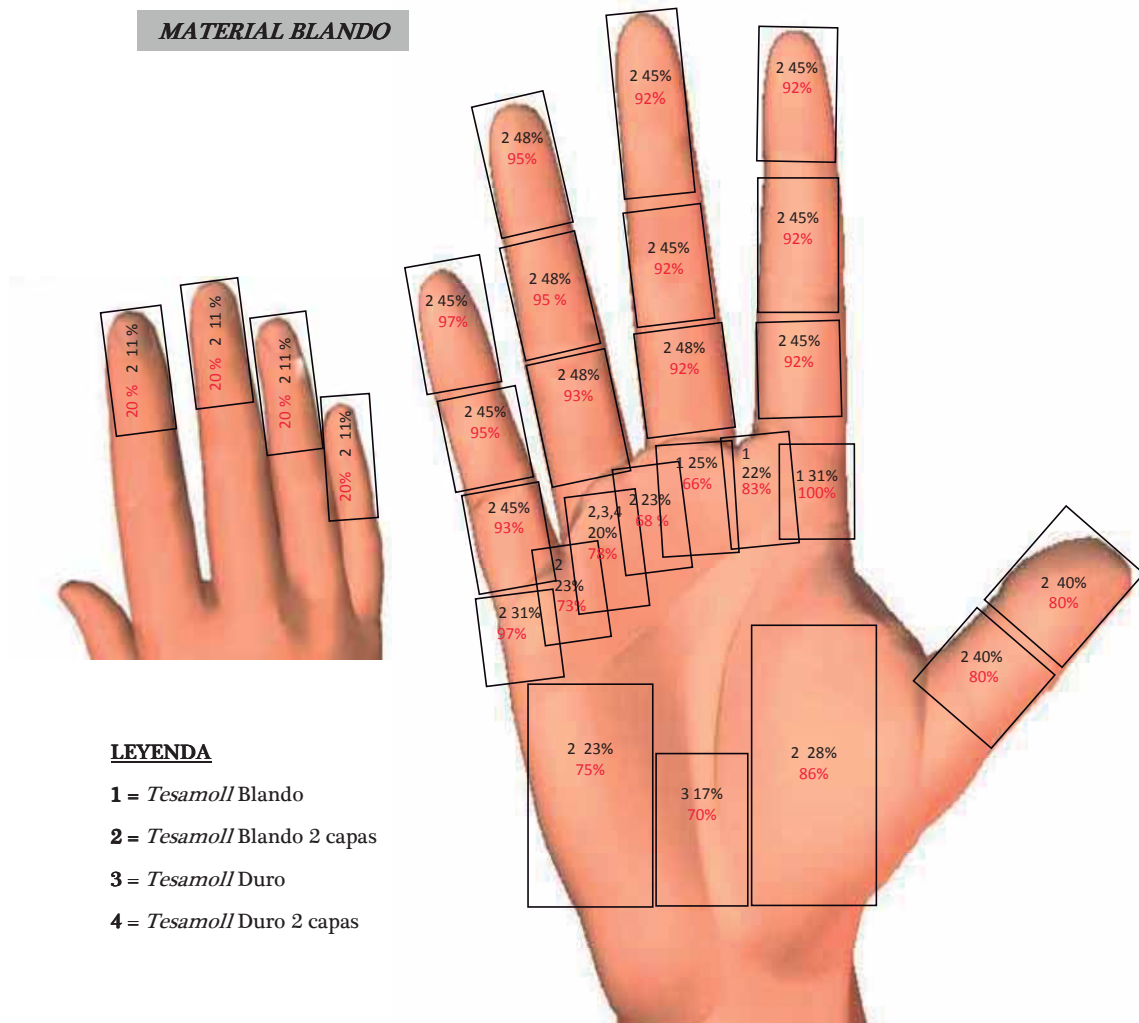


Figura 39. Jugadores *mitgers* de la modalidad de *escala i corda* que utilizan material blando (en rojo) y tipo de material blando más utilizado (en negro).

MITGERS - ESCALA I CORDA

MATERIAL RÍGIDO

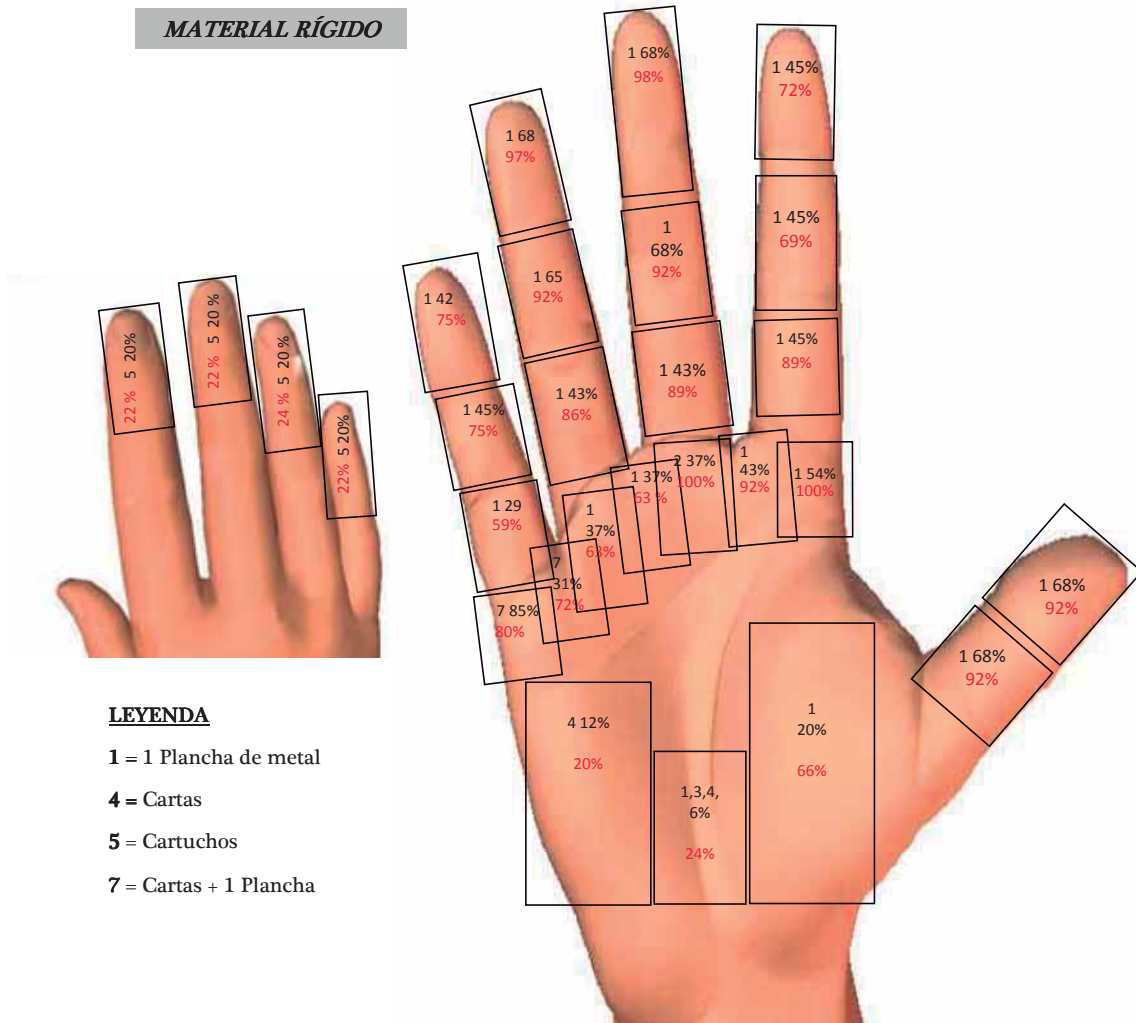


Figura 40. Jugadores *mitgers* de la modalidad de *escala i corda* que utilizan material rígido (en rojo) y tipo de material rígido más utilizado (en negro).

RESULTADOS

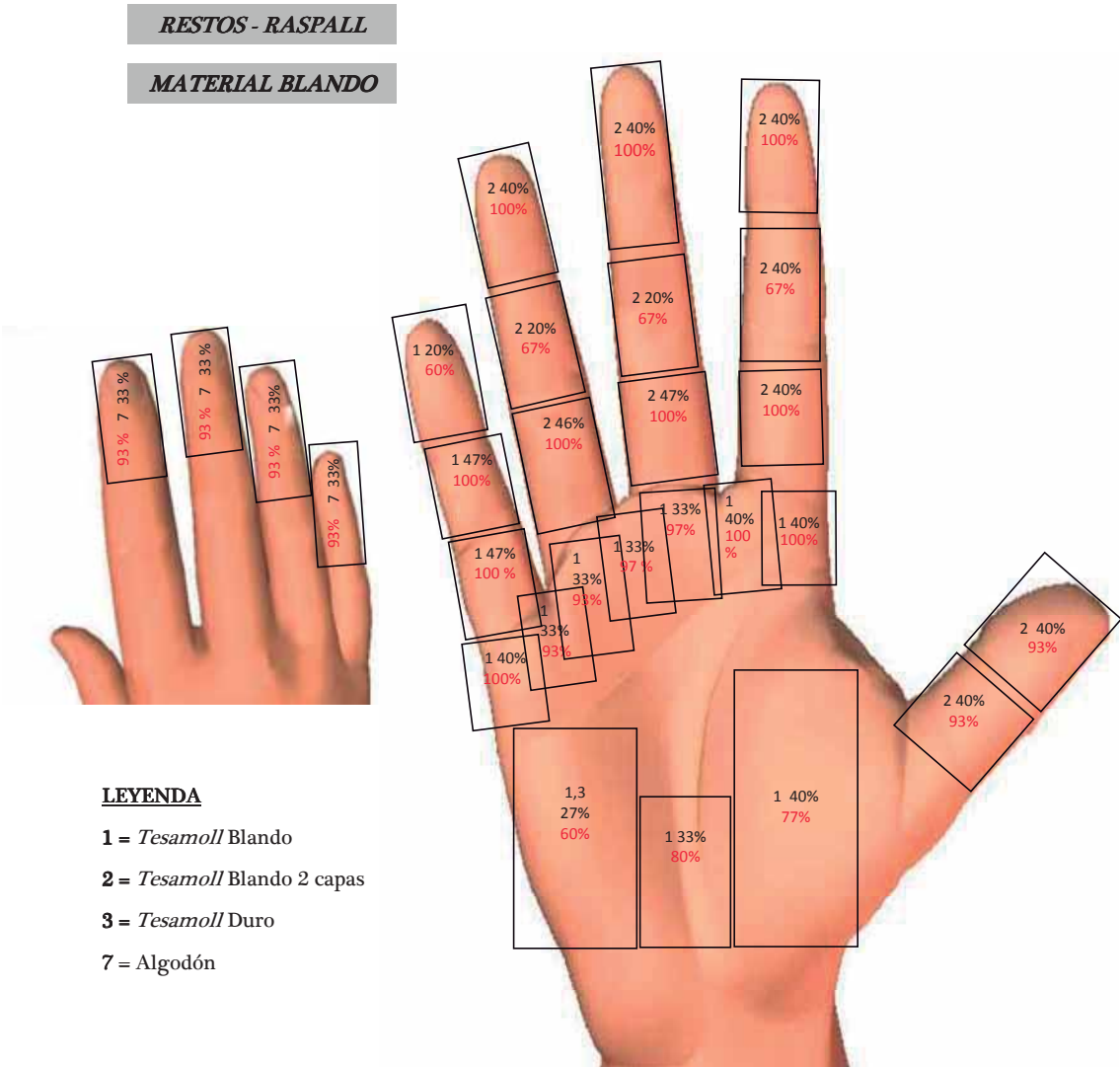


Figura 41. Jugadores *restos* de la modalidad de *raspall* que utilizan material blando (en rojo) y tipo de material rígido más utilizado (en negro).

RESULTADOS

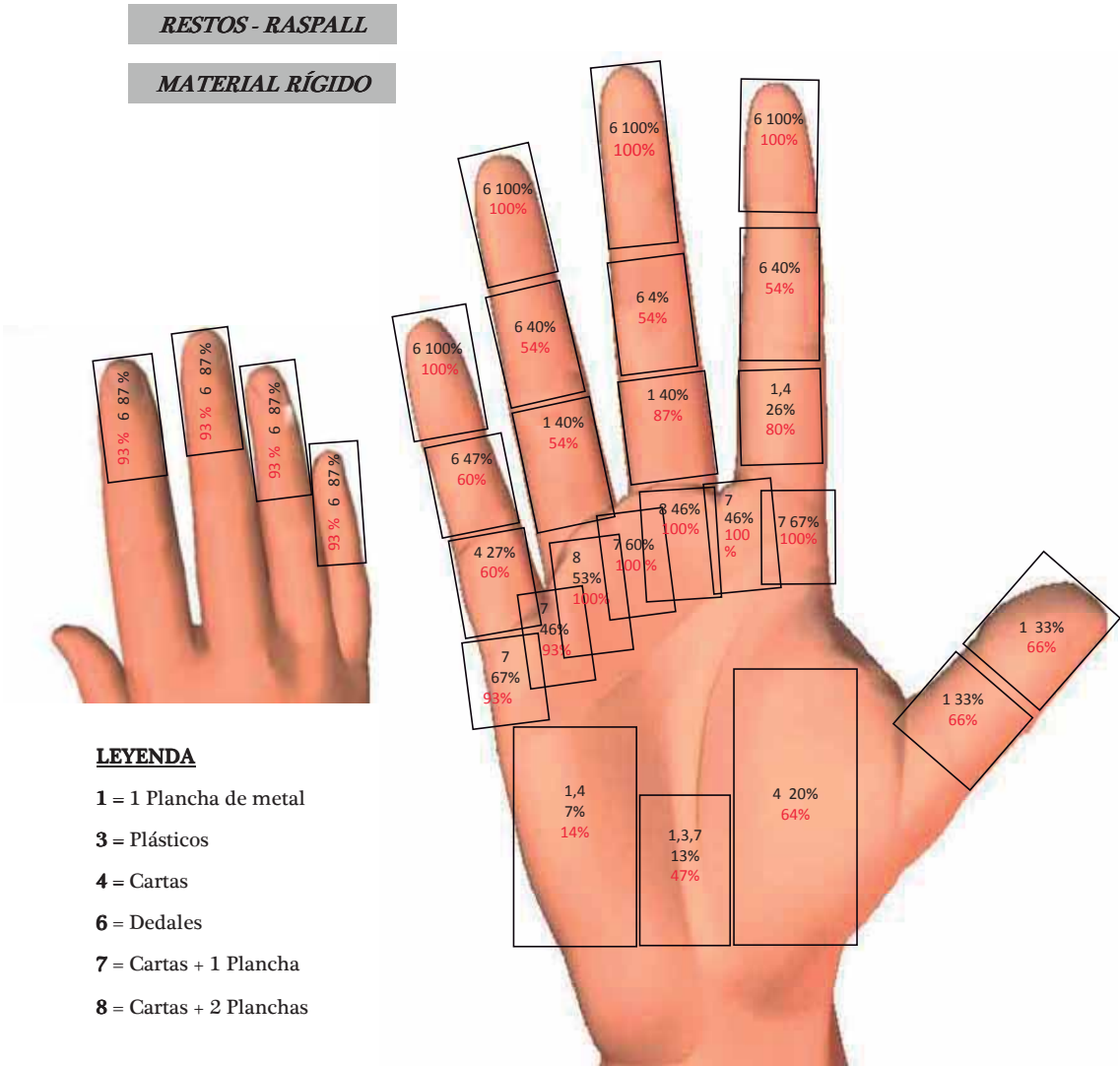


Figura 42. Jugadores *restos* de la modalidad de *raspall* que utilizan material rígido (en rojo) y tipo de material rígido más utilizado (en negro).

MITGERS - RASPALL

MATERIAL BLANDO



4 = *Tesamoll* Duro 2 capas

4 = *Tesamoll* Duro 2 capas

Figura 43. Jugadores *mitgers* de la modalidad de *raspall* que utilizan material blando (en rojo) y tipo de material rígido más utilizado (en negro).

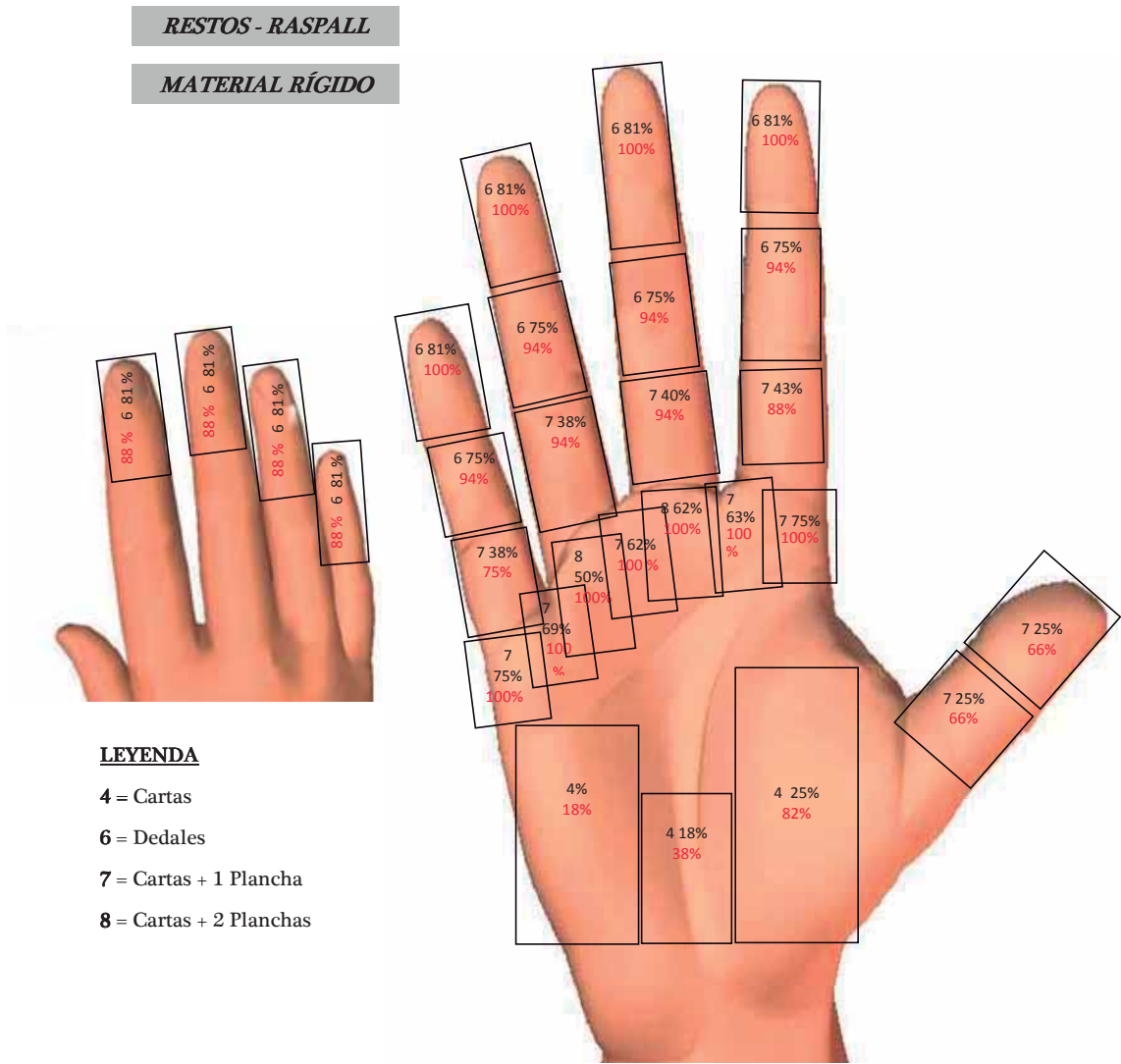


Figura 44. Jugadores *mitgers* de la modalidad de *raspall* que utilizan material rígido (en rojo) y tipo de material rígido más utilizado (en negro).

5.1.2.2. Resultados del análisis factorial y de componentes principales

El análisis factorial se ha llevado a cabo para reducir el número de variables obtenidas en cuanto al tipo de material que utilizan los jugadores en sus protecciones. De este modo, las variables quedarán agrupadas en factores. El análisis de componentes principales determinará si existen factores (zonas) que presentan diferencias entre jugadores, para así conocer si es necesario establecer diferentes tipologías de protección. Ambos análisis servirán para determinar la configuración básica de la protección.

En principio se plantea la hipótesis de diseñar una protección integrada diferenciada para la modalidad de *escala i corda* y la de *raspall*, puesto que ambas presentan características de juego diferentes. Además, en el análisis de componentes se fijó como condición inicial dos agrupaciones o *conglomerados*, con la idea de comprobar si existen diferencias entre las protecciones en función de la posición (*resto/mitger*) dentro de cada modalidad. Por ello, a continuación se muestra por separado y duplicado, tanto los resultados del análisis factorial como los del análisis de componentes, atendiendo a jugadores de *escala i corda* por un lado y a jugadores de *raspall* por otro.

(a) Resultados en ESCALA I CORDA

La primera tarea a realizar en un análisis de este tipo es comprobar que la **comunalidad** de todas las variables es aceptable, es decir, saber cuánta información se está perdiendo de cada variable al reducir el estudio a un menor número de factores. Las 56 variables referidas a la ubicación en la mano del tipo de material de protección, muestran una comunalidad mayor a 0.72 (excepto siete variables, que están por encima del 0.45) y se han agrupado en 11 factores, los cuales explican el 90.8% de la varianza

RESULTADOS

total (tabla 21). La relación entre los 11 factores y las 56 variables, así como el porcentaje atribuible de cada variable en su factor, queda explicada en la tabla 22.

Tabla 21. Resultados del análisis de componentes principales de *escala i corda*.
Factores resultantes del análisis factorial y porcentaje de la varianza total explicada.

FACTORES	VALORES INICIALES			SUMA DE LAS SATURACIONES AL CUADRADO DE LA ROTACIÓN		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	14.69	26.24	26.24	12.97	23.17	23.17
2	11.38	20.33	46.58	9.12	16.28	39.46
3	6.32	11.28	57.86	5.68	10.14	49.60
4	4.81	8.60	66.47	4.66	8.32	57.93
5	3.29	5.88	72.35	4.59	8.20	66.14
6	2.90	5.18	77.54	3.39	6.05	72.19
7	2.34	4.19	81.73	3.33	5.95	78.15
8	1.81	3.23	84.97	2.51	4.48	82.64
9	1.26	2.26	87.24	1.74	3.11	85.76
10	1.05	1.88	89.12	1.47	2.63	88.39
11	.94	1.68	90.80	1.35	2.41	90.80
12	.86	1.54	92.35			
13	.77	1.37	93.72			

RESULTADOS

Tabla 22. *Escala i corda*: relación entre las 56 variables y los factores resultantes del análisis factorial.

Material - Zona de la Mano	FACTORES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Blando-17	.962										
Blando-5	.956										
Blando-15	.956										
Blando-14	.953										
Blando-13	.953										
Blando-12	.951										
Blando-7	.947										
Blando-6	.946										
Blando-16	.919										
Blando-11	.912										
Blando-10	.903										
Blando-9	.901										
Blando-5	.778										
Blando-4	.693										
Rígido-8		.946									
Rígido-7		.946									
Rígido-14		.945									
Rígido-13		.931									
Rígido-11		.930									
Rígido-17		.916									
Rígido-16		.915									
Rígido-10		.910									
Rígido-2		.691									
Rígido-20			.898								
Rígido-22			.882								
Rígido-18			.856								
Rígido-24			.840								
Rígido-23			.826								
Rígido-21			.825								
Rígido-19			.823								
Blando-27				.978							
Blando-28				.978							
Blando-25				.967							
Blando-26				.924							
Rígido-25					.965						
Rígido-27					.965						
Rígido-28					.962						
Rígido-26					.961						

RESULTADOS

Material - Zona de la Mano	FACTORES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Blando-19						.846					
Blando-23						.838					
Blando-21						.782					
Blando-18						.593					
Rígido-15							.811				
Rígido-9							.796				
Rígido-12							.775				
Rígido-6							.736				
Blando-22								.889			
Blando-20								.843			
Blando-24								.550			
Rígido-5									.727		
Rígido-4									.704		
Blando-2										.785	
Blando-1										.568	
Blando-3										.452	
Rígido-1											.817
Rígido-3											.526
% de la varianza	23.17	16.28	10.14	8.32	8.20	6.05	5.95	4.48	3.11	2.63	2.41

A continuación, se presentan dos figuras en las que se observan las zonas de protección que componen los 11 factores anteriormente expuestos, para el material blando (figura 45) y para el material rígido (figura 46).

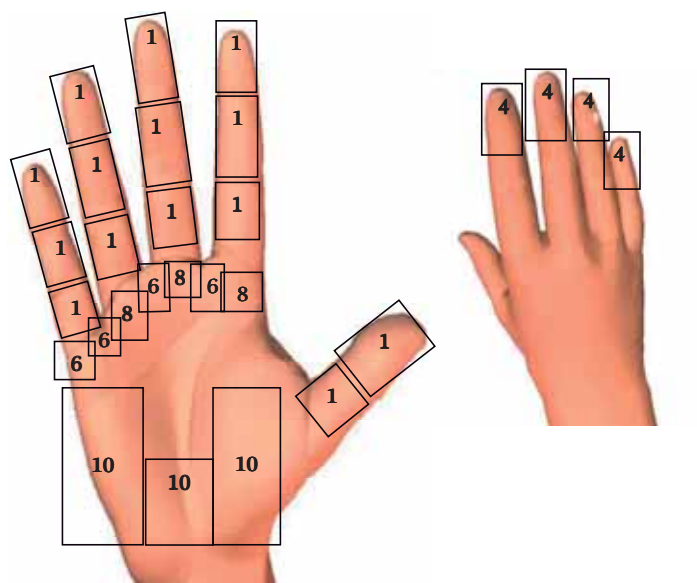


Figura 45. Resultado del *clustering* de *escala i corda*: zonas donde quedan distribuidos los factores para el material blando.

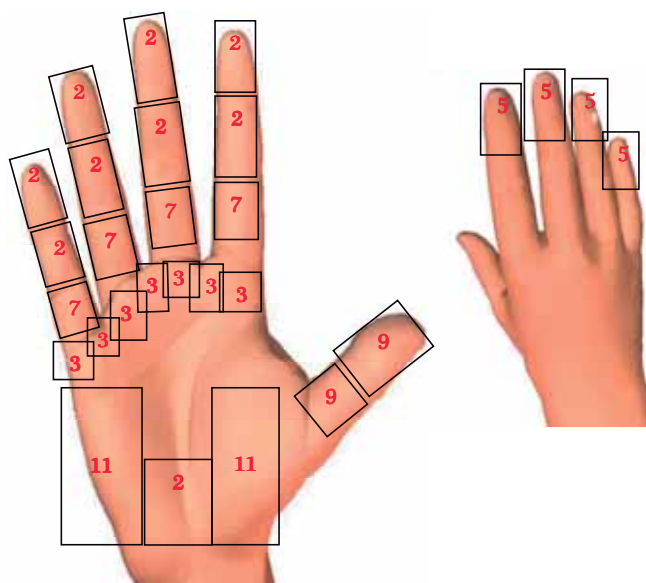


Figura 46. Resultado del *clustering* de *escala i corda*: zonas donde quedan distribuidos los factores para el material rígido.

RESULTADOS

Finalmente, para comprobar si existen diferencias en la configuración de la protección en función de la posición de los jugadores (*rest/mitger*), se han seleccionado dos grupos o conglomerados. En este caso, el análisis ha necesitado dos iteraciones para hallar la solución para el número de conglomerados establecido. Seguidamente, se ha realizado un ANOVA ($p < 0.05$) con los once factores resultantes del análisis factorial y estableciéndose como factor fijo los dos conglomerados (o grupos) definidos. En este estudio existe un solo factor que presenta diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre ambos grupos (tabla 23). No obstante, uno de los grupos está formado por un solo jugador y, por tanto, no está constituido por el número de jugadores suficientes ($> 10\%$), con lo que las diferencias halladas no aconsejan diseñar dos configuraciones de protección distintas (tabla 24). Cabe destacar, que se han llevado a cabo varios análisis con el fin de obtener una estructura estable en la distribución de los grupos, pero en ningún caso se ha hallado un grupo que cumpla el criterio del 10%. De este modo, a partir del grupo mayoritario, se ha establecido la **configuración básica** (figura 47) analizando los valores resultantes de la moda y valorando otros estadísticos descriptivos (porcentaje acumulado para la moda, media, máximo y mínimo), en cada una de las zonas de protección (tabla 25 y 26).

RESULTADOS

Tabla 23. Resultados del *clustering* de *escala i corda*. Tabla ANOVA que relaciona los 11 factores con los 2 conglomerados definidos.

FACTORES	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN
REGRESIÓN DEL FACTOR 1	0.765
REGRESIÓN DEL FACTOR 2	0.521
REGRESIÓN DEL FACTOR 3	0.221
REGRESIÓN DEL FACTOR 4	0.695
REGRESIÓN DEL FACTOR 5	0.000
REGRESIÓN DEL FACTOR 6	0.583
REGRESIÓN DEL FACTOR 7	0.800
REGRESIÓN DEL FACTOR 8	0.720
REGRESIÓN DEL FACTOR 9	0.570
REGRESIÓN DEL FACTOR 10	0.891
REGRESIÓN DEL FACTOR 11	0.600

Tabla 24. Tabla de *clusters* de *escala i corda*.

CONGLOMERADO	1	44
	2	1
Válidos	45	
Perdidos	19	

RESULTADOS

Tabla 25. Estadísticos descriptivos del material blando utilizado por los jugadores de *escala i corda* para las diferentes zonas de protección de la mano.

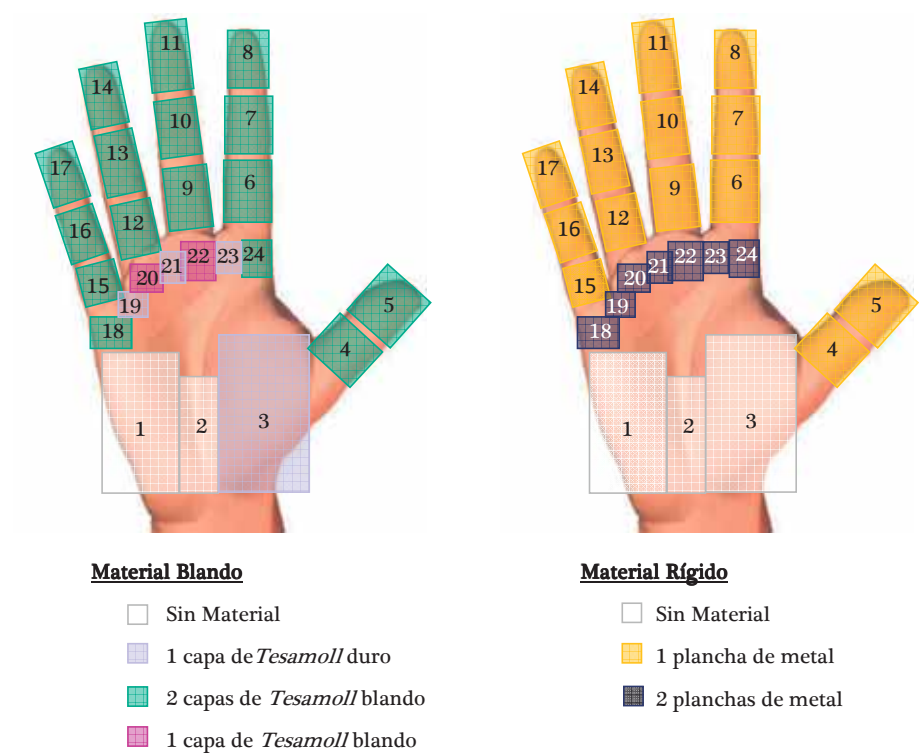
MATERIAL BLANDO									
ZONAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N Válidos	57	57	62	63	63	62	63	63	63
Perdidos	7	7	2	1	1	2	1	1	1
Media	1.04	0.81	2	2.37	2.30	2.37	2.33	2.33	2.44
Moda	0	0	2	3	3	3	3	3	3
Desv. Típica	1.26	1.26	1.36	1.31	1.32	1.20	1.19	1.16	1.13
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	4	4	4	4	4	4	4	4	4
% Acumulado para la moda	51	57	65	80	80	82	82	83	82
ZONAS	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N Válidos	62	63	63	62	62	63	62	63	58
Perdidos	2	1	1	2	2	1	2	1	6
Media	2.40	2.38	2.38	2.39	2.42	2.24	2.27	2.32	2.19
Moda	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Desv. Típica	1.15	1.12	1.19	1.17	1.16	1.26	1.23	1.18	1.13
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	4	4	4	4	4	4	4	4	4
% Acumulado para la moda	82	83	82	82	82	83	84	83	83
ZONAS	19	20	21	22	23	24	25	26	27
N Válidos	58	60	58	58	57	57	64	64	64
Perdidos	6	4	6	6	7	7	0	0	0
Media	1.64	1.33	1.71	1.48	1.72	2.23	0.33	0.36	0.31
Moda	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Desv. Típica	1.30	1.39	1.48	1.46	1.42	1.25	0.81	0.88	0.81
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	4	4	4	4	4	4	3	3	3
% Acumulado para la moda	30	43	30	35	25	83	82	82	84
ZONA	28								
N Válidos	64								
Perdidos	0								
Media	0.31								
Moda	0								
Desv. Típica	0.81								
Mínimo	0								
Máximo	3								
% Acumulado para la moda	84								

RESULTADOS

Tabla 26. Estadísticos descriptivos del material rígido utilizado por los jugadores de *escala i corda* para las diferentes zonas de protección de la mano.

MATERIAL RÍGIDO									
ZONAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N Válidos	64	64	64	64	64	64	62	62	64
Perdidos	0	0	0	0	0	0	2	2	0
Media	0.23	0.27	1.06	0.95	0.92	1	1.11	1.11	1.19
Moda	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Desv. Típica	0.61	0.76	1.19	0.78	0.78	0.81	0.74	0.74	0.79
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	2	4	4	3	3	4	4	4	3
% Acumulado para la moda	85	85	43	88	89	84	80	81	76
ZONAS	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N Válidos	63	62	64	63	62	62	62	61	64
Perdidos	1	2	0	1	2	2	2	3	0
Media	1.08	1.13	1.05	1.13	1.15	0.89	1.02	1.07	1.84
Moda	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Desv. Típica	0.82	0.79	0.78	0.83	0.76	0.81	0.82	0.79	1.14
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	4	4	4	4	4	4	4	4	4
% Acumulado para la moda	82	81	84	80	80	84	84	82	50
ZONAS	19	20	21	22	23	24	25	26	27
N Válidos	64	64	64	64	64	64	62	62	62
Perdidos	0	0	0	0	0	0	2	2	2
Media	1.70	2	1.67	2.03	1.72	1.88	0.23	0.23	0.26
Moda	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Desv. Típica	1.10	1.12	1.19	1.12	1.16	1.16	0.55	0.55	0.57
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	4	4	4	4	4	4	3	3	3
% Acumulado para la moda	52	44	54	37	53	55	80	80	75
ZONA	28								
N Válidos	62								
Perdidos	2								
Media	0.24								
Moda	0								
Desv. Típica	0.56								
Mínimo	0								
Máximo	3								
% Acumulado para la moda	78								

RESULTADOS



**Sin material en la parte posterior de las falanges distales (nº 25 al 28).*

Figura 47. Configuración básica de la protección de *escala i corda* atendiendo al valor de los estadísticos descriptivos de las diferentes cantidades de material blando (a la izquierda) y de material rígido (a la derecha).

RESULTADOS

(b) Resultados en RASPALL

Al igual que en el caso anterior de *escala i corda*, se realizará el análisis factorial y el de componentes principales para los jugadores de la especialidad de *raspall*. Dado que el proceso es similar al anterior, se presentarán los datos de forma más directa. En este caso, la communalidad de las 56 variables estudiadas es superior a 0.70 y estas variables se han agrupado en once factores, los cuales explican el 95.92% de la varianza total (tabla 27).

Tabla 27. Resultados del análisis de componentes principales de *raspall*. Factores resultantes del análisis factorial y porcentaje de la varianza total explicada.

FACTORES	VALORES INICIALES			SUMA DE LAS SATURACIONES AL CUADRADO DE LA ROTACIÓN		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	13.16	23.51	23.51	11.07	19.78	19.78
2	10.98	19.60	43.12	8.18	14.60	34.39
3	8.67	15.49	58.62	7.82	13.96	48.35
4	5.80	10.36	68.98	5.51	9.85	58.20
5	4.55	8.14	77.12	5.24	9.36	67.57
6	2.95	5.27	82.40	4.89	8.74	76.32
7	2.69	4.80	87.21	3.55	6.35	82.67
8	1.73	3.09	90.31	2.45	4.39	87.06
9	1.52	2.72	93.03	2.44	4.35	91.42
10	.87	1.56	94.60	1.29	2.31	93.73
11	.73	1.32	95.92	1.22	2.18	95.92
12	.63	1.12	97.04			
13	.43	.78	97.83			
14	.43	.77	98.61			

RESULTADOS

Seguidamente, en la figura 48 para el material blando y en la figura 49 para el material rígido, se observan las zonas de la mano que representa cada uno de los once factores para el caso de los jugadores de *raspall*.

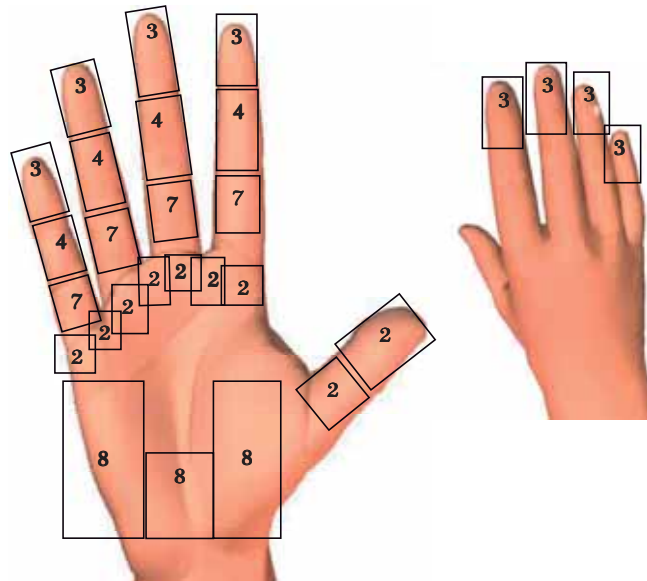


Figura 48. Resultado del *clustering* de *raspall*: zonas donde quedan distribuidos los 11 factores para el material blando.

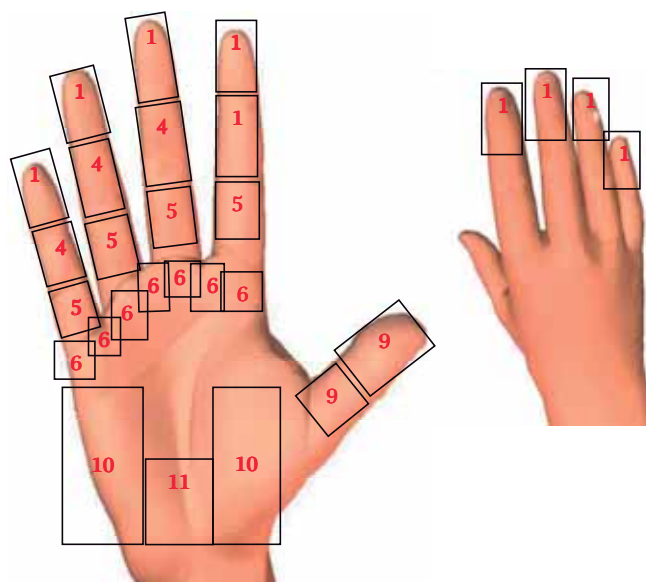


Figura 49. Resultado del *cluster* de *raspall*: zonas donde quedan distribuidos los 11 factores para el material duro.

Concluido el análisis factorial, el siguiente paso consiste en clasificar la muestra de jugadores de *raspall* en grupos con semejanzas en sus protecciones. Como en el caso de *escala i corda*, para comprobar la existencia de diferencias en las protecciones en relación a la posición de juego, se han seleccionado dos conglomerados y en el presente estudio han hecho falta cuatro iteraciones para converger.

Llevado a cabo el análisis de conglomerados, se realiza un ANOVA con los once factores resultantes del análisis factorial y estableciéndose como factor fijo los dos conglomerados (o grupos) definidos ($p < 0.05$) (tabla 28), lográndose como resultado una tabla donde aparece el número de conglomerados y el número de sujetos de *raspall* que componen dichos grupos (tabla 29). En el caso de la modalidad de *raspall*, se da un grupo de 10 sujetos y otro grupo de 13. Los 13 sujetos se diferencian de los otros 10, en

RESULTADOS

que se protegen con menos material rígido en la zona de las falanges proximales del segundo al quinto dedo (factor 5). A partir del grupo mayoritario, se establece la configuración básica para la modalidad de *raspall* (figura 50), analizando los valores resultantes de los estadísticos descriptivos en cada una de las zonas de protección (tabla 30 y 31).

Tabla 28. Resultados del *clustering* de *raspall*: tabla ANOVA ($p < 0.05$) que relaciona los 11 factores con los 2 conglomerados definidos.

FACTORES	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN
REGRESIÓN DEL FACTOR 1	0.180
REGRESIÓN DEL FACTOR 2	0.438
REGRESIÓN DEL FACTOR 3	0.964
REGRESIÓN DEL FACTOR 4	0.757
REGRESIÓN DEL FACTOR 5	0.000
REGRESIÓN DEL FACTOR 6	0.123
REGRESIÓN DEL FACTOR 7	0.771
REGRESIÓN DEL FACTOR 8	0.375
REGRESIÓN DEL FACTOR 9	0.718
REGRESIÓN DEL FACTOR 10	0.271
REGRESIÓN DEL FACTOR 11	0.940

Tabla 29. Tabla de *clusters* de *raspall*.

CONGLOMERADO	1	10
	2	13
Válidos	23	
Perdidos	7	

RESULTADOS

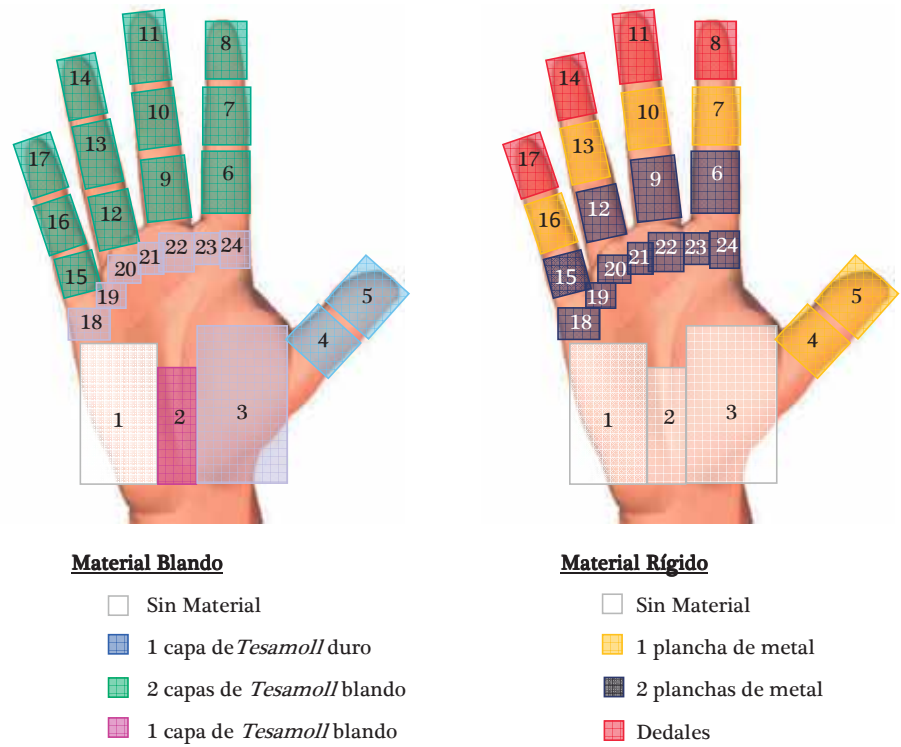
Tabla 30. Estadísticos descriptivos del material blando utilizado por los jugadores de *raspall* para las diferentes zonas de protección de la mano.

MATERIAL BLANDO									
ZONAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N Válidos	31	31	30	30	30	30	29	28	29
Perdidos	0	0	1	1	1	1	2	3	2
Media	0.92	1.61	2.16	2.47	2.30	2.37	2.56	2.47	2.24
Moda	0	1	2	2	2	4	4	4	4
Desv. Típica	0.66	0.96	1.22	1.45	1.48	1.44	1.34	1.64	1.33
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	2	4	4	4	4	4	4	4	4
% Acumulado para la moda	58	45	40	56	58	32	34	35	32
ZONAS	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N Válidos	29	30	30	29	31	30	29	30	25
Perdidos	2	1	1	2	0	1	2	1	6
Media	2.30	2.58	2.43	2.22	2.26	2.59	2.32	2.26	1.19
Moda	4	4	4	4	4	4	4	4	2
Desv. Típica	1.02	1.12	1.37	1.18	1.21	1.24	1.20	1.19	1.31
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	4	4	4	4	4	4	4	4	4
% Acumulado para la moda	34	32	31	34	31	33	33	34	28
ZONAS	19	20	21	22	23	24	25	26	27
N Válidos	25	27	25	25	25	25	31	31	31
Perdidos	6	4	6	6	6	6	0	0	0
Media	1.32	1.46	1.14	1.28	1.52	1.21	1.53	1.66	1.64
Moda	2	2	2	2	2	2	4	4	4
Desv. Típica	1.44	1.38	1.31	1.48	1.34	1.34	1.78	1.86	1.76
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	4	4	4	4	4	4	4	4	4
% Acumulado para la moda	29	32	31	35	35	31	22	25	23
ZONA	28								
N Válidos	31								
Perdidos	0								
Media	1.57								
Moda	4								
Desv. Típica	1.74								
Mínimo	0								
Máximo	4								
% Acumulado para la moda	22								

RESULTADOS

Tabla 31. Estadísticos descriptivos del material rígido utilizado por los jugadores de *raspall* para las diferentes zonas de protección de la mano.

MATERIAL RÍGIDO									
ZONAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N Válidos	31	31	30	30	30	30	29	28	29
Perdidos	0	0	1	1	1	1	2	3	2
Media	0.60	0.81	1.06	1.57	1.51	1.67	1.26	0.47	1.54
Moda	0	0	0	1	1	2	0	0	2
Desv. Típica	0.53	0.76	1.12	1.05	1.01	1.30	1.04	0.64	1.43
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	1	3	4	4	4	4	2	2	4
% Acumulado para la moda	74	59	40	46	48	49	35	91	51
ZONAS	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N Válidos	29	30	30	29	31	30	29	30	25
Perdidos	2	1	1	2	0	1	2	1	6
Media	1.30	0.52	1.43	1.22	0.51	2.59	1.34	0.46	2.09
Moda	0	0	2	0	0	2	0	0	2
Desv. Típica	1.04	0.56	1.37	1.07	0.61	1.24	1.10	0.62	1.21
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	2	2	4	2	2	4	2	2	4
% Acumulado para la moda	34	92	53	34	92	33	33	92	82
ZONAS	19	20	21	22	23	24	25	26	27
N Válidos	25	27	25	25	25	25	31	31	31
Perdidos	6	4	6	6	6	6	0	0	0
Media	2.32	2.66	2.29	2.58	2.32	2.21	0.34	0.36	0.34
Moda	2	3	2	3	2	2	0	0	0
Desv. Típica	1.41	1.58	1.45	1.52	1.24	1.19	0.58	0.56	0.56
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	4	4	4	4	4	4	1	1	1
% Acumulado para la moda	84	83	82	85	83	81	98	98	98
ZONA	28								
N Válidos	31								
Perdidos	0								
Media	0.35								
Moda	0								
Desv. Típica	0.52								
Mínimo	0								
Máximo	1								
% Acumulado para la moda	98								



**La parte posterior de las falanges distales se cubren con dedales (nº 25 al 28).*

Figura 50. Configuración básica de la protección de *raspall* atendiendo al valor de los estadísticos descriptivos de las diferentes cantidades de material blando (a la izquierda) y de material rígido (a la derecha).

5.2. ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LESIONES Y MOLESTIAS EN LA MANO

5.2.1. RESULTADOS SOBRE LA PERCEPCIÓN DE LESIONES Y MOLESTIAS EN LA MANO

5.2.1.1. Resultados descriptivos de la percepción de lesiones y molestias en la mano

A continuación, se presentan los resultados relacionados con la percepción de lesiones y molestias en la mano. En primer lugar, en la figura 51 puede observarse el **porcentaje de lesión** de los practicantes de *pilota valenciana* en cada uno de los **dedos** y en la **palma** de la mano. Entre las zonas más afectadas, destacan el 5º dedo (26.4%) y la palma de la mano (23.1%).

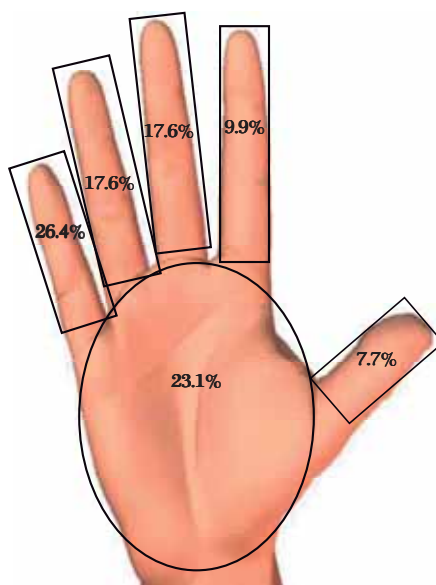


Figura 51. Mapa de la mano y porcentaje de lesión de cada zona.

RESULTADOS

Por otro lado, atendiendo al **tipo de lesión en la mano** que padecen con más frecuencia, pueden distinguirse tres tipos: la inflamación de las manos (52.75%), los callos (43.96%) y las grietas (39.56%) de los jugadores.

Analizando la influencia de las **condiciones ambientales** en las que se desarrolla la actividad, cabe destacar que el 92.39% de los sujetos entrevistados nota diferencias en la sensibilidad de las manos en función de la temperatura ambiental. En este sentido, las bajas temperaturas son las que influyen más negativamente, incrementando la sensación de dolor después del golpeo en casi todos los sujetos encuestados (98.91%).

Uno de los parámetros que determina la gravedad de las lesiones se observa con la aparición, o no, de un periodo de convalecencia, es decir, cuando las lesiones impiden jugar al *pilotari* como mínimo durante una semana. En la figura 52 se observa el porcentaje de jugadores que ha tenido que interrumpir su actividad deportiva por sufrir diversas lesiones corporales. Destaca la mano, como la zona dañada que más impide jugar a los jugadores (97%).

RESULTADOS

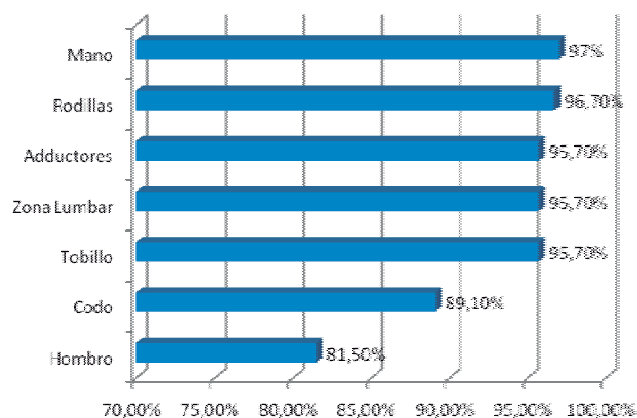


Figura 52. Porcentaje de *pilotaris* que ha tenido que interrumpir su actividad deportiva por sufrir diversas lesiones corporales.

En último lugar, en la tabla 32 se compara la incidencia de las molestias en la mano en función de las dos **posiciones de juego** fundamentales (*restos/mitgers*); en función de la **modalidad practicada** (*escala i corda/raspall*) y del **nivel deportivo** (profesionales/aficionados). En dicha tabla se puede observar que los jugadores en posición de *mitger* y sobre todo los jugadores profesionales están más expuestos a las lesiones en la mano.

Tabla 32. Incidencia de molestias en la mano en función de la posición de juego, de la modalidad practicada y del nivel deportivo.

INCIDENCIA DE MOLESTIAS EN LA MANO	
Posición de juego	
<i>Resto</i>	65.11%
<i>Mitger</i>	73.53%
Modalidad practicada	
<i>Escala i corda</i>	65.5%
<i>Raspall</i>	65.4%
Nivel deportivo	
Profesional	76.5%
Aficionado	55%

5.2.1.2. Resultados del análisis diferencial de la percepción de molestias en la mano

Los resultados obtenidos al realizar el análisis no paramétrico de la varianza muestran que **no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas** al comparar las molestias en la mano según la **posición de juego**: *rest vs. mitger* ($p > 0.05$). Tampoco se han hallado diferencias estadísticamente significativas al contrastar las molestias de la mano en función de la **modalidad practicada**: *escala i corda vs. raspall* ($p > 0.05$). Sin embargo, al comparar las molestias en la mano sufridas por los jugadores en función del **nivel deportivo**, se ha comprobado que **los jugadores profesionales tienen significativamente más molestias** en la mano que los jugadores aficionados ($p = 0.01$).

5.3. DISEÑO DEL GUANTE DE PROTECCIÓN

En este apartado se explican las **características principales del guante de protección** diseñado. Estas características son fruto del análisis realizado en los diferentes estudios llevados a cabo hasta el momento en esta Tesis Doctoral. En el proceso de diseño se han valorado las opiniones de los usuarios, con el fin de responder a sus necesidades, expectativas y requerimientos.

5.3.1. RESULTADOS DE LAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DEL GUANTE

La siguiente tabla presenta un resumen de las opiniones y preferencias descritas en el estudio horizontal de opinión (apartado 5.1) agrupadas por especificaciones de diseño (tabla 33).

RESULTADOS

Tabla 33. Especificaciones de diseño que deberá cumplir el guante de protección en función de la opinión de los jugadores.

Especificaciones de diseño	Datos aportados por los jugadores	Especificaciones del guante de protección
AJUSTE	<ul style="list-style-type: none"> 64% desearía que el esparadrapo fuese más adhesivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Una única pieza compacta. La protección deberá ir adherida a la piel para evitar posibles movimientos
	<ul style="list-style-type: none"> 71% utiliza crema adhesiva "Lavit" o similar. 	<ul style="list-style-type: none"> Que se adhiera a la mano.
ADECUACIÓN A LA MORFOLOGÍA DE LA MANO	<ul style="list-style-type: none"> 85% desearía que se adaptara anatómicamente a la mano. 	<ul style="list-style-type: none"> Flexible. Que se adapte a la mano y sus movimientos fácilmente.
ELASTICIDAD / FLEXIBILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> 67% desearía una protección más elástica. 	<ul style="list-style-type: none"> Elástica.
ESPESOR DE LOS MATERIALES	<ul style="list-style-type: none"> 80% está satisfecho con el grosor de los materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> Grosor del material similar o menor al alcanzado con las protecciones actuales.
AMORTIGUACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 33% desearía una mayor amortiguación. 	<ul style="list-style-type: none"> Más amortiguador que las protecciones actuales.
DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES	<ul style="list-style-type: none"> 49% considera que las protecciones actuales consiguen una distribución baja o muy baja. 56% desearía una mayor distribución. 	<ul style="list-style-type: none"> La protección deberá distribuir mejor las presiones que las protecciones actuales.
TRANSPIRACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 84% desea que se genere menos sudor con la protección. 	<ul style="list-style-type: none"> Transpirable.
		<ul style="list-style-type: none"> Que genere poco sudor, lo cual irá en beneficio de un mejor ajuste.
PESO	<ul style="list-style-type: none"> 47% le gustaría que fuesen menos pesadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Más ligero que las protecciones actuales.
GROSOR TOTAL	<ul style="list-style-type: none"> 88% no consigue el control de la pelota deseado con sus protecciones, afirmando en un 73% que se debe al grosor y rigidez de la protección. 	<ul style="list-style-type: none"> Menos gruesa que las protecciones actuales.
	<ul style="list-style-type: none"> 96% le gusta sentir la pelota. 	<ul style="list-style-type: none"> Un grosor que permita sentir la pelota.
CONFORT TÉRMICO	<ul style="list-style-type: none"> 85% sufren frío en las manos durante el invierno. 88% desearía que la protección protegiera del frío. 	<ul style="list-style-type: none"> Que proteja del frío favoreciendo un adecuado confort térmico.

5.3.2. RESULTADOS DEL *DROP TEST*

5.3.2.1. Resultados descriptivos de la amortiguación de los impactos que ofrecen los materiales utilizados por los *pilotaris* y otros de uso común en otras modalidades deportivas

En la figura 53 se observan los datos de las 36 muestras de materiales, y combinaciones de éstos, analizados. Entre los más amortiguadores destacan: Goma EVA + refuerzo de Resina; Catane Light + EVA; Poron® y Catane Light + capa Multiform.

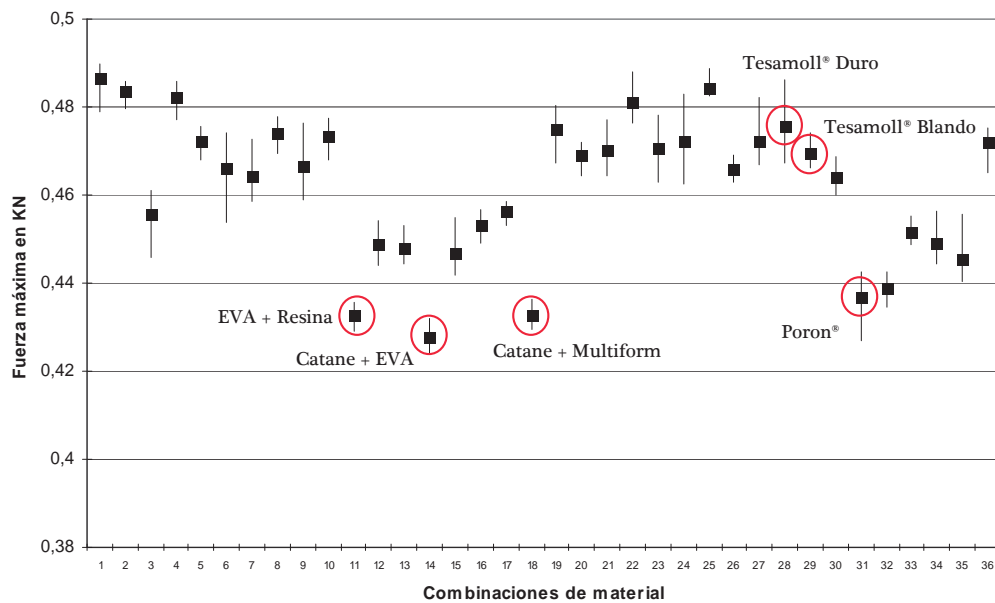


Figura 53. Diagramas de caja de las 36 muestras analizadas en el *drop test* con acelerómetro.

RESULTADOS

Entre los materiales más amortiguadores, la combinación de goma EVA (material blando) + Resina (semirígido) es la que presenta un menor grosor, postulándose como la más idónea. Comparada con el material que emplean los *pilotaris* habitualmente, el *Tesamol*[®] (tabla 34) reduce las fuerzas de impacto alrededor de un 10% ($p < 0.05$).

Tabla 34. Resultados del ANOVA del *drop test* al comparar la reducción de fuerzas entre diversos materiales.

MATERIAL	FUERZAS DE IMPACTO (N)	
	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA
Goma Eva + Resina	430	15
<i>Tesamol</i> [®] blando	471*	20
<i>Tesamol</i> [®] duro	476*	18

* $p < 0.05$ respecto a la EVA + Resina

5.3.3. RESULTADOS DE LAS SOLUCIONES DE DISEÑO Y DEL PROTOTIPO DESARROLLADO

5.3.3.1. Resultados de la cantidad y tipo de material del guante

Los diferentes análisis realizados en el estudio horizontal de opinión, han permitido conocer el modo en que se protegen las manos los *pilotaris* y establecer la configuración tipo para la modalidad de *escala i corda* y de *raspall* (figura 47 y 50). Una vez valorados estos resultados se ha propuesto la cantidad y tipo de protección que llevará el guante (figura 54). Para la elección, se han tenido en cuenta dos aspectos principales: que el guante ofrezca protección y que el grosor permita una adecuada movilidad de la mano. La goma EVA que se ha utilizado en el guante es de 2 mm de espesor y la chapa de resina de 0.5 mm. La chapa de resina va colocada por encima de la goma EVA.

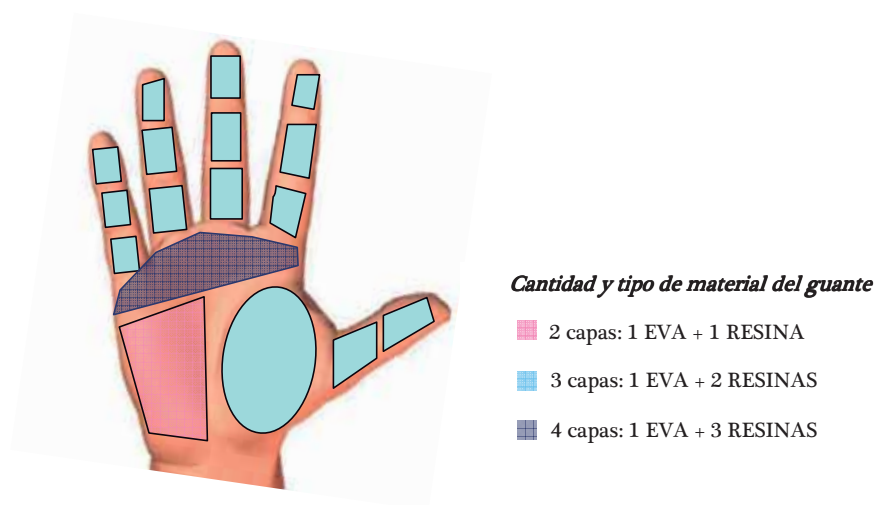


Figura 54. Distribución en el guante, por zonas, de la cantidad y tipo de material de protección.

5.3.3.2. Resultados de los materiales estructurales, de ajuste y de protección. Prototipo desarrollado

A continuación, se describen los materiales que se han seleccionado para formar parte de la estructura del guante así como los principales elementos de ajuste y de protección del prototipo diseñado (tabla 35, 36 y 37). En la figura 55 se muestra una serie de imágenes del guante de protección, el cual se ha cosido de forma artesanal para unir sus diferentes piezas.

Tabla 35. Materiales estructurales del prototipo de guante.

MATERIALES ESTRUCTURALES	SOLUCIÓN DE DISEÑO	JUSTIFICACIÓN
MATERIAL DE LA PALMA	Piel de vacuno	Es una piel muy resistente, que se puede adaptar bien al uso frecuente del guante.
MATERIAL DEL DORSO	Material de <i>Stretch Schoeller®</i>	Es un material resistente, elástico, transpirable y duradero.
MATERIAL PARA EL CIERRE	Velcro®	Es muy duradero y eficaz.

RESULTADOS

Tabla 36. Elementos de ajuste del prototipo de guante.

ELEMENTOS DE AJUSTE	SOLUCIÓN DE DISEÑO	JUSTIFICACIÓN
CIERRE	Sobre la muñeca.	Facilitar el ajuste de la protección de una forma sencilla.
DEDALES	El guante está provisto de los dedales, protegiendo y cubriendo la falange distal completamente.	Facilitar su uso al formar parte del guante y ajustarse directamente sobre los dedos.
DEL DORSO	Recubrimiento diferenciado para el dorso de cada uno de los dedos y para el dorso de la palma.	Facilitar de forma independiente el ajuste de cada zona y la movilidad conjunta de la mano.
TALLAS	Tres tallas diferenciadas: una pequeña (percentil 50); una mediana (percentil 70) y una grande (percentil 80).	Ofrecer varias posibilidades de ajuste al conjunto de la población de jugadores.

Tabla 37. Elementos de protección del prototipo de guante.

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	SOLUCIÓN DE DISEÑO	JUSTIFICACIÓN
FORMA DE LOS TACOS	Anatómica: respetando la fisiología articular y la anatomía de la mano.	Se pretende conseguir una mejor movilidad de la mano.
TRANSPIRACIÓN	Pequeños agujeros de transpiración por la palma de la mano.	Se pretende mejorar la transpiración de la piel.
GROSOR	Máximo 10 mm de espesor.	Obtener un grosor menor al alcanzado con las protecciones tradicionales.
MATERIAL DE PROTECCIÓN BLANDO	Material goma EVA de 2 mm de espesor.	La combinación de goma EVA con resina reduce las fuerzas y distribuye mejor las presiones que los materiales utilizados en las protecciones actuales.
MATERIAL DE PROTECCIÓN RÍGIDO	Resina de 0.5 mm de espesor.	



Figura 55. Imágenes del prototipo de guante desarrollado para jugar a *pilota valenciana*.

5.4. VALIDACIÓN BIOMECÁNICA DEL GUANTE DE PROTECCIÓN

5.4.1. DEFINICIÓN DE UNA PROTECCIÓN TRADICIONAL TIPO

En este apartado se describe la protección tradicional tipo con la que se comparará el guante de protección diseñado. En su configuración pueden distinguirse dos aspectos diferenciados: las zonas anatómicas de protección y los materiales utilizados.

- **Zonas anatómicas de protección**

En la protección tradicional tipo, las zonas anatómicas de protección de la mano coinciden con las zonas que protege el guante. Así, en este caso también se protege la palma y cada uno de los cinco dedos. Sin embargo, las falanges mediales y distales del 2º al 5º dedo se protegen con un mismo taco de protección, ya que es la forma más común de protegerse los dedos en los jugadores de *pilota valenciana*. Por otra parte, la palma de la mano queda protegida con cuatro tacos horizontales en la zona de las cabezas de los metacarpos y dos tacos en la zona tenar de la palma (figura 56), de modo similar a la distribución utilizada en el prototipo de guante.



Figura 56. Protección tradicional tipo utilizada en la validación biomecánica del guante.

- **Materiales utilizados**

Los materiales escogidos para esta protección tipo han sido cuatro: cinta adhesiva de doble cara para fijar la base del material; *tesamoll*® blando y planchas de metal de 1 milímetro de grosor para la base de la protección y esparadrapo para la fijación del material. En la figura 57 se puede observar la distribución de este material y el número de capas en cada zona de la mano. Las planchas de metal van colocadas por encima del *tesamoll*® blando.

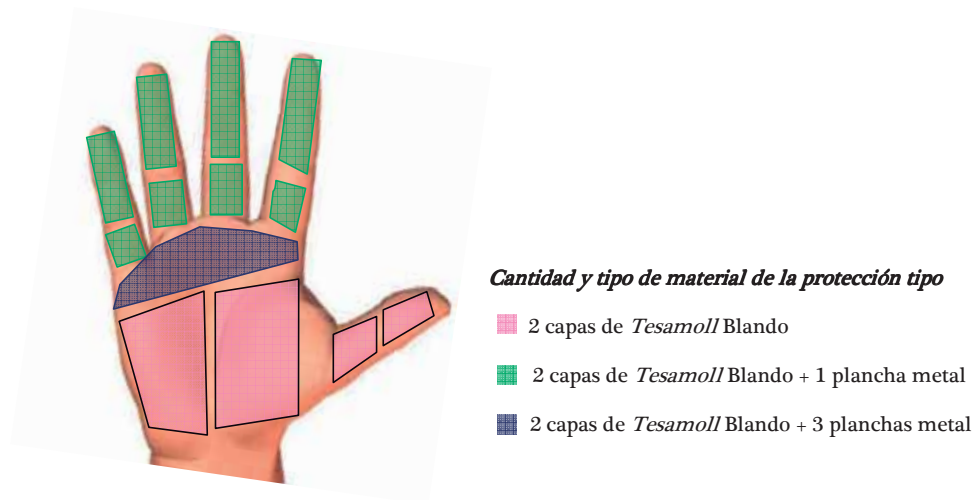


Figura 57. Distribución y cantidad de material en la protección tradicional tipo.

5.4.2. PUESTA A PUNTO DEL EQUIPO DE MEDICIÓN DE PRESIONES PALMARES

5.4.2.1. Resultados de la prueba de funcionamiento

A continuación, se muestran los resultados de la prueba de funcionamiento del equipo de medición de presiones palmares. Por un lado, se describen los resultados relacionados con el funcionamiento de la cadena de medida y por otro, los relacionados con la variabilidad de las señales adquiridas.

- **Funcionamiento de la cadena de medida**

Se ha comprobado que (1) todos los sensores funcionan correctamente, (2) que en cada impacto se obtiene el número suficiente de datos para describirlo y (3) que los sensores no han llegado a saturar en ninguno de los 10 golpes registrados.

En la siguiente figura se presenta un ejemplo de la señal adquirida por el sensor 4 durante uno de los golpes realizados en la prueba de funcionamiento (figura 58).

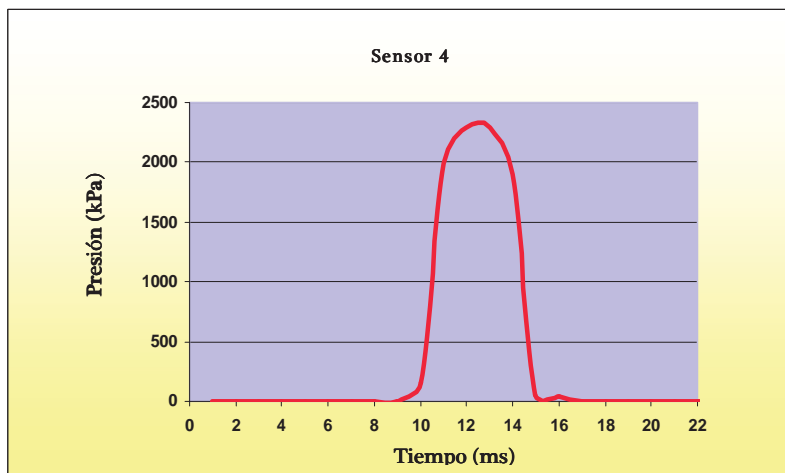


Figura 58. Ejemplo de señal adquirida por el sensor 4 en uno de los golpes de la prueba de funcionamiento.

RESULTADOS

- **Variabilidad de las señales adquiridas**

En la tabla 38 aparecen los coeficientes de variación (C.V.) obtenidos durante la prueba de funcionamiento para cada uno de los 8 sensores activados, así como otros estadísticos descriptivos. Se observa que los valores de variabilidad se sitúan por debajo del 25.67%.

Tabla 38. Estadísticos descriptivos de la prueba de funcionamiento del equipo de medición de presiones palmares.

PRESIONES MÁXIMAS								
	SENSOR 1	SENSOR 2	SENSOR 3	SENSOR 4	SENSOR 5	SENSOR 6	SENSOR 7	SENSOR 8
Máximo (kPa)	792.54	714.77	2289.16	581.38	465.52	291.52	1480.41	1415.21
Media (kPa)	292.54	243.18	773.42	249.30	205.64	215.36	836.96	524.08
Desviación típica (kPa)	30.43	45.92	79.85	38.91	55.28	27.84	87.21	68.65
C.V. (%)	10.40	18.88	10.32	15.60	25.67	12.92	10.41	13.09

5.4.3. RESULTADOS COMPARATIVOS DE LA PRECISIÓN EN EL GOLPEO Y DE LA DISTANCIA ALCANZADA DESPUÉS DEL GOLPEO

A continuación, se detallan los resultados comparativos entre la protección tradicional tipo y el guante de protección relacionados con la precisión en el golpeo y la distancia alcanzada después del golpeo.

- **Precisión en el golpeo**

Los resultados relacionados con la precisión en el golpeo describen que el 70.7% de la muestra no consigue enviar la pelota a la zona de acierto demandada, siendo la frecuencia de acierto de 44 sobre 150 intentos realizados.

El análisis no paramétrico de la varianza muestra que **no existen diferencias significativas en la precisión del golpeo** con el uso de una u otra protección ($p > 0.05$). Al realizar este análisis en función de diferentes grupos, se observa que no existen diferencias significativas en la precisión del golpeo en función del **nivel deportivo** ($p > 0.05$); ni en función de la **posición de juego** de los jugadores ($p > 0.05$) y tampoco según la **modalidad practicada** habitualmente ($p > 0.05$) (tabla 39).

RESULTADOS

Tabla 39. Resultados comparativos de la precisión en el golpeo entre el guante de protección y la protección tradicional en función de diferentes variables de agrupación.

PRECISIÓN EN EL GOLPEO						
EN FUNCIÓN DEL NIVEL DEPORTIVO		Frecuencia de Acierto	Acierto (%)	Error (%)	P	Comparativa Guante /Protección tradicional
PROFESIONALES N = 9	Guante	15	33.3	66.7	0.651	=
	PT	13	28.9	71.1		
	Total	28	31.1	68.9		
AMATEURS N = 6	Guante	10	33.3	66.7	0.247	=
	PT	6	20	80		
	Total	16	26.7	73.3		
EN FUNCIÓN DE LA POSICIÓN DE JUEGO		Frecuencia de Acierto	Acierto (%)	Error (%)	P	Comparativa Guante /Protección tradicional
RESTOS N = 10	Guante	15	30	70	0.36	=
	PT	11	22	78		
	Total	26	26	74		
MITGERS N = 5	Guante	10	40	60	0.56	=
	PT	8	32	68		
	Total	18	36	64		
EN FUNCIÓN DE LA MODALIDAD DE JUEGO		Frecuencia de Acierto	Acierto (%)	Error (%)	P	Comparativa Guante /Protección tradicional
ESCALA I CORDA N = 9	Guante	16	35.6	64.4	0.82	=
	PT	15	33.3	66.7		
	Total	31	34.4	65.6		
RASPALL N = 6	Guante	9	30	70	0.12	=
	PT	4	13.3	86.7		
	Total	13	21.7	78.3		

*p < 0.05

RESULTADOS

- **Distancia alcanzada después del golpeo**

La tabla 40 explica los resultados descriptivos relacionados con la distancia alcanzada después del golpeo en función del tipo de protección utilizada.

Tabla 40. Resultados descriptivos de la distancia alcanzada después del golpeo.

DISTANCIA ALCANZADA DESPUÉS DEL GOLPEO		
N = 15	Guante	Protección Tradicional
Media (m)	26.58	24.38
Máximo (m)	41.6	39.4
Mínimo (m)	11.9	9.2
Desviación típica (m)	6.34	6.59
C.V. (%)	23.85	27.03

El ANOVA realizado indica que **existen diferencias significativas** ($p = 0.04$) en la **distancia alcanzada** después del golpeo con el uso de una y otra protección, consiguiéndose más distancia con el guante de protección (figura 59).

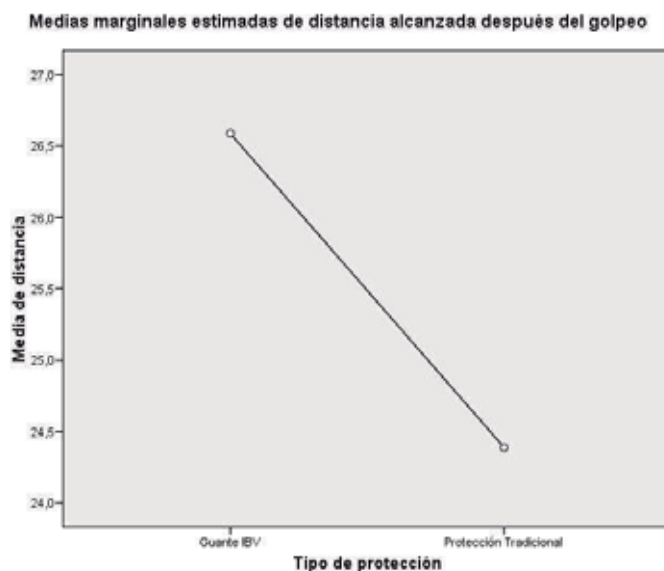


Figura 59. Diferencias significativas entre el guante de protección y la protección tradicional para la variable distancia alcanzada después del golpeo.

Por lo que respecta al análisis diferencial en función de grupos específicos, cabe destacar que se hallan **diferencias significativas** ($p < 0.05$) en la distancia alcanzada después del golpeo, tanto en el grupo de jugadores de **categoría amateur** ($p = 0.01$) como en el grupo de jugadores que juega habitualmente de **restos** ($p = 0.01$). En ambos casos consiguen alcanzar más distancia después del golpeo con el guante de protección (figura 60 y 61).

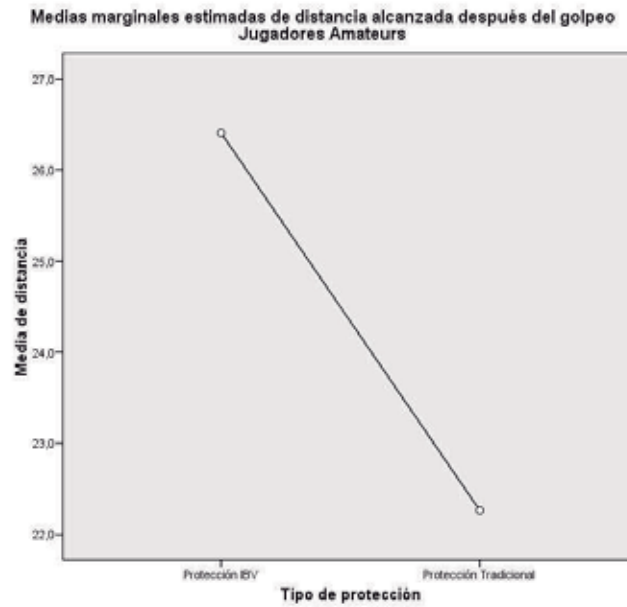


Figura 60. Diferencias significativas en los jugadores de categoría amateur entre el guante de protección y la protección tradicional para la variable distancia alcanzada después del golpeo.

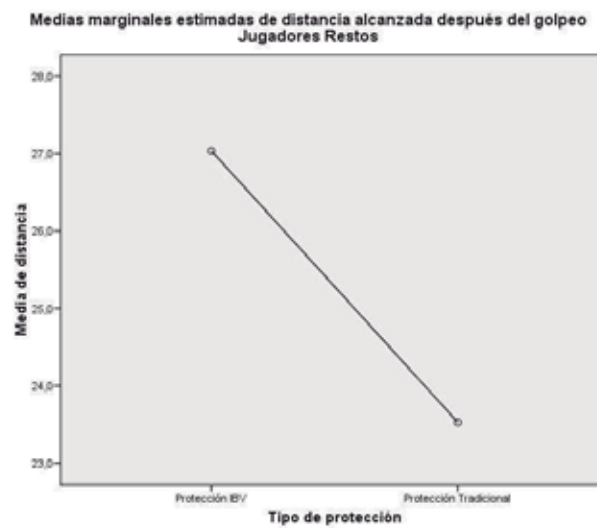


Figura 61. Diferencias significativas en los jugadores en posición de resto entre el guante de protección y la protección tradicional para la variable distancia alcanzada después del golpeo.

5.4.4. RESULTADOS COMPARATIVOS DE LAS PRESIONES PALMARES DURANTE EL GOLPEO

En la tabla 41 se observan los estadísticos descriptivos de las presiones máximas obtenidas durante los ensayos con cada una de las protecciones. Con el guante de protección, la presión máxima alcanzada se sitúa en 2289.16 kPa (sensor 3), mientras que con la protección tradicional la presión máxima obtenida es de 2278.60 kPa (sensor 7). Los sensores que registran una mayor media de presión máxima utilizando el guante son: el sensor 7 con 411.14 kPa; el sensor 3 con 366.97 kPa y el sensor 1 con 363.3 kPa. En el caso de la protección tradicional, los sensores que muestran una mayor media de presión máxima son: el sensor 7 con 559.25 kPa; el sensor 1 con 451.11 kPa y el sensor 3 con 423.93 kPa (tabla 41). Por otro lado, en la figura 62 pueden observarse las zonas de golpeo de la mano con un promedio de impacto mayor utilizando el guante de protección.

RESULTADOS

Tabla 41. Resultados descriptivos de las presiones palmares obtenidas durante los ensayos biomecánicos con una y otra protección.

PRESIONES MÁXIMAS GUANTE DE PROTECCIÓN								
N	SENSOR 1	SENSOR 2	SENSOR 3	SENSOR 4	SENSOR 5	SENSOR 6	SENSOR 7	SENSOR 8
Válidos	61	60	61	61	61	61	61	61
Perdidos	14	15	14	14	14	14	14	14
Máximo (kPa)	1935.15	807.96	2289.16	1057.14	1415.96	1129.3	1986.33	1415.21
Media (kPa)	363.30	121.61	366.97	178.10	283.11	258.14	411.14	238.54
Desviación típica (kPa)	59.29	38.23	56.58	29.79	37.21	50.81	63.15	50.66
PRESIONES MÁXIMAS PROTECCIÓN TRADICIONAL								
N	SENSOR 1	SENSOR 2	SENSOR 3	SENSOR 4	SENSOR 5	SENSOR 6	SENSOR 7	SENSOR 8
Válidos	61	60	61	60	61	60	61	60
Perdidos	14	15	14	15	14	15	14	15
Máximo (kPa)	2205.22	2062.05	2033.71	1379.11	1435.23	2186.7	2278.60	2178.25
Media (kPa)	451.11	285.84	423.93	179.21	341.72	349.03	559.25	387.47
Desviación típica (kPa)	54.79	35.22	52.29	27.74	34.38	47.31	58.36	41.75

RESULTADOS

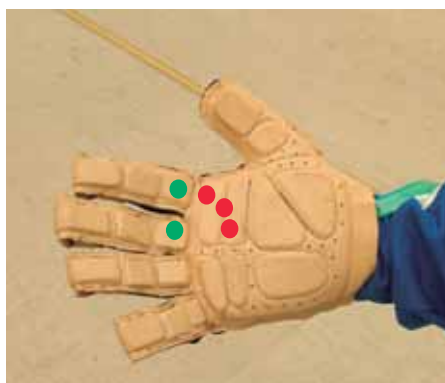


Figura 62. Zonas de mayor impacto medio (kPa) con el guante de protección (puntos rojos) y las dos zonas de menor impacto medio (puntos verdes).

Los resultados del análisis de la varianza pueden observarse en la tabla 42. En los sensores 2 y 8 hay diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), existiendo una menor presión media de las presiones máximas con el uso del guante de protección. En el sensor 7 las diferencias están próximas a la significatividad ($p = 0.08$). En la figura 63 se muestran las zonas donde se obtiene menor presión utilizando el guante de protección.

Tabla 42. Análisis de la varianza de la media de las presiones palmares máximas obtenidas durante los ensayos biomecánicos con una y otra protección.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LA MEDIA DE PRESIONES MÁXIMAS								
N = 15	SENSOR 1	SENSOR 2	SENSOR 3	SENSOR 4	SENSOR 5	SENSOR 6	SENSOR 7	SENSOR 8
P * ($p < 0.05$)	$p = 0.27$	* $p = 0.00$	$p = 0.46$	$p = 0.97$	$p = 0.25$	$p = 0.19$	$p = 0.08$	* $p = 0.03$
Comparativa presiones Guante /Protección tradicional	=	<Guante	=	=	=	=	=	<Guante

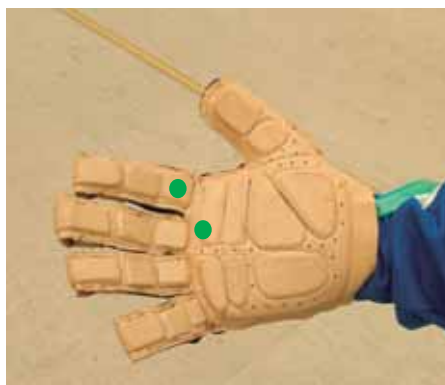


Figura 63. Zonas con una menor presión (kPa) utilizando el guante de protección, una vez realizado el análisis comparativo de la varianza ($p < 0.05$).

5.4.5. RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DEL GUANTE DE PROTECCIÓN

La tabla 43 expone los resultados descriptivos acerca de la opinión de los *pilotaris* sobre el nuevo guante de protección. Entre los aspectos positivos, destaca el elevado grado de conformidad en relación a variables de primer orden como la usabilidad y el ajuste (exceptuando el ajuste en la falange distal). Los aspectos peor valorados hacen referencia a la capacidad de protección (10 sujetos en desacuerdo) y al tamaño de los tacos de protección (9 sujetos en desacuerdo).

RESULTADOS

Tabla 43. Resultados de la encuesta acerca del guante de protección. En sombreado, la casilla con mayor frecuencia de respuesta.

VARIABLES	CUESTIÓN	DE ACUERDO	NEUTRO	EN DESACUERDO
Usabilidad	Es fácil de poner	10	2	3
	Es fácil de quitar	14	1	0
Ajuste	Permite una buena flexión de la mano	9	2	4
	Tiene una buena adherencia a la mano	7	6	2
	El cierre del velcro® es adecuado	8	6	1
	Permite una buena movilidad en la flexión de los dedos	12	2	1
	La talla es adecuada	11	3	1
	Permite un buen ajuste de la falange distal	3	6	6
Confort	El tacto al golpear la pelota es bueno	6	2	7
	Genera poco sudor	8	4	3
	Las costuras son cómodas	15	0	0
	Tiene una buena transpiración en el dorso	10	4	1
	Es cómodo	7	8	0
Rendimiento	Ofrece una buena sensibilidad de la pelota en el golpeo	3	9	3
Protección	Ofrece una buena protección	2	3	10
Diseño	La cantidad de material protector es buena	3	6	6
	Los tacos de protección tienen un tamaño adecuado	2	4	9
	Los tacos de protección tienen un grosor adecuado	4	6	5
	La distribución de los tacos es adecuada	4	3	8
	El dorso me gusta	12	1	2
	El color me gusta	12	2	1

RESULTADOS

Por otro lado, el análisis no paramétrico de la varianza (Kruskal Wallis) muestra que en las valoraciones realizadas **no existen diferencias significativas** ($p < 0.05$) ni en función de la **modalidad practicada** ni en función de la **posición de juego**. No obstante, si que **existen diferencias significativas en función del nivel deportivo** (tabla 44). Así, a los jugadores de nivel profesional les gusta más el dorso del guante ($p = 0.02$) y están más conformes con la distribución de los tacos ($p = 0.04$).

Tabla 44. Diferencias significativas en función del nivel deportivo de las valoraciones subjetivas del guante de protección ($p < 0.05$).

DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS EN LAS VALORACIONES DEL GUANTE			
EN FUNCIÓN DEL NIVEL DEPORTIVO	VARIABLES CON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ($p < 0.05$)	P	RANGO PROMEDIO KRUSKAL-WALLIS
PROFESIONALES (N = 9)	El dorso me gusta	0.02	Profesionales = 9.83 Amateurs = 5.25
AMATEURS (N = 6)	La distribución de los tacos es adecuada	0.04	Profesionales = 9.72 Amateurs = 5.42

6. DISCUSIÓN

6.1. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA Y DE LAS NECESIDADES Y PREFERENCIAS DE LOS PILOTARIS

6.1.1. ACEPTACIÓN DEL GUANTE DE PROTECCIÓN

Una de las cuestiones principales que se abordan en este proyecto es conocer el grado de aceptación por parte de los jugadores de un nuevo sistema de protección para la mano. Es importante destacar que la protección a modo de guante podía suponer un conflicto en la percepción, tradición y arraigo emocional que los jugadores tienen sobre las protecciones que ellos mismos se confeccionan. No obstante, el estudio horizontal de opinión desvela que existe una **aceptación prácticamente unánime (99%) para utilizar un sistema de protección tipo guante**. El resultado indica que los jugadores están predispuestos al cambio, aunque la aceptación final estará sujeta a que el guante iguale o mejore las prestaciones de las actuales protecciones. El estudio de validación biomecánica que se ha llevado a cabo aportará información importante sobre este aspecto. En otros deportes, como es el caso de la pelota vasca en España, un estudio de similares características (Gámez, 2008) ha despertado el interés de empresas del ámbito deportivo para producir guantes de protección (GONGA 98 S.L.). En otros países (EE.UU. o Bélgica) también se comercializan guantes para la práctica de otras modalidades de pelota a mano (“balle pelote”; “one wall”, “three wall” o “four wall”). Se espera que el trabajo realizado en la presente Tesis Doctoral contribuya en la mejora de las actuales protecciones mediante la comercialización del guante desarrollado.

6.1.2. ASPECTOS MÁS IMPORTANTES EN LAS CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE UNA PROTECCIÓN PARA LA MANO

Los resultados obtenidos en el panel de expertos y en el estudio horizontal de opinión, informan acerca del estado actual de las protecciones, así como de las características y propiedades que deberían reunir las mismas según la opinión de los jugadores. En este apartado, se analiza y concreta por familias de necesidades los requisitos que debe cumplir una buena protección para la mano. Este análisis ha servido de guía para el diseño de la protección tipo guante.

- **Materiales de la protección**

En referencia a los **materiales** que suelen utilizar los jugadores para confeccionarse la protección, destaca el uso del esparadrapo; del *tesamoll*[®] (duro o blando) y de las planchas de metal de 1 mm de grosor (67%). En el panel de expertos se ha considerado que éstas últimas deben formar parte de la protección. No obstante, a pesar de que los jugadores aconsejen su uso, hay que considerar la poca variedad de materiales utilizada habitualmente por los *pilotaris*, existiendo en el mercado otros que quizá se adapten mejor a sus preferencias. De este modo, en la protección tipo guante se utilizará un tipo de material similar a las planchas de metal pero que ofrezca una mayor flexibilidad, ya que un elevado porcentaje de jugadores afirma que las utilizadas actualmente son rígidas y poco flexibles (63%). Este material se emplea para la confección de plantillas en otras áreas como la podología.

Por otro lado, los jugadores valoran de forma positiva tanto el **grosor** de los tacos del material utilizado (80%) como la **adaptación** a la mano que consiguen con sus materiales (92%). Ambos aspectos son referencias muy importantes a considerar en el

DISCUSIÓN

diseño del guante, aunque sería aconsejable que los tacos del material se adaptaran anatómicamente a la forma de la mano (85%).

Mientras que el grosor, adaptación y ajuste de los materiales de las protecciones actuales es considerado como bueno o adecuado por parte de los jugadores, algunas de las propiedades que éstos ofrecen no son tan bien valoradas. Así, un preocupante 33% de la muestra reclama una **mayor amortiguación de impactos** por parte de los materiales. Esta mayor amortiguación, probablemente, disminuiría las molestias y lesiones típicas del golpeo, como ocurre en otros deportes (Llana, 1998; Milburn y Barry, 1998; Barnes y Smith, 1994; Frederick, Clarke y Hamill, 1984; Clarke, Frederick y Cooper, 1983; James, Bates y Ostering, 1978). Sin embargo, un exceso de amortiguación podría comprometer el adecuado rendimiento durante los golpes. En este sentido, es necesario encontrar un correcto equilibrio entre dos propiedades a menudo contrapuestas, salud y rendimiento. Algo similar ocurre con la percepción que tienen los jugadores sobre la capacidad de los materiales para **distribuir las presiones**. De este modo, el 49% de los *pilots* considera que los materiales que utilizan en la actualidad distribuyen mal o muy mal las presiones y, algo más de la mitad de los jugadores (56%) desearía que la distribución fuese mayor. Al igual que en otros deportes (Girard, Eicher, Fourchet, Micallef y Millet, 2007; Wong, Chamari, Mao, Wisloff y Hong, 2007; Henning y Milani, 2000; Sanderson, Henning y Black, 2000), un mejor reparto de las presiones en el momento del golpeo podría prevenir algunas de las lesiones que se producen durante el juego. El estudio de materiales llevado a cabo resuelve esta problemática, ofreciendo nuevos materiales amortiguadores que responden mejor ante los impactos.

- **Usabilidad de la protección**

Uno de los problemas registrados en el panel de expertos hace referencia al concepto de **usabilidad** de la protección. Los jugadores reclaman una protección que sea **fácil de usar** (poner, quitar, guardar y ajustar) y que **reduzca el tiempo de confección**. El diseño de una protección a modo de guante evitaría los inconvenientes asociados a la construcción de la protección, ya que un amplio número de jugadores (84%) destina una hora o más en la confección de la misma y además, el 60% de la muestra describe esta tarea como *engorrosa*. El guante permitirá aprovechar mejor el tiempo destinado a entrenamientos y/o partidas, mejorando a su vez la calidad deportiva de los jugadores.

- **Confort de la protección**

Los jugadores reclaman una protección **confortable** y **funcional**. Aspectos como el ajuste, la homogeneidad, el confort térmico, sentir la pelota y la movilidad de la mano son especificaciones que se han destacado en el panel de expertos. Mejorar los principales problemas descritos con estas especificaciones ayudará a configurar una protección más confortable y por tanto, con una mayor aceptación. Hay que destacar que los jugadores **no se sienten cómodos con sus protecciones**, ya que existe un elevado porcentaje que así lo considera (36%). Este porcentaje es excesivamente alto en comparación con otros deportes. Así, en el caso de la pelota vasca, con características similares a la *pilota valenciana* en la confección de la protección, el porcentaje de incomodidad descrito es casi tres veces menor (13.7%) (Gámez, 2008). En otros deportes como el tenis, el porcentaje de jugadores que considera que su calzado no es cómodo es del 9% (Llana, Brizuela, Durá y García, 2002). La elevada incomodidad manifiesta en *pilota valenciana* puede deberse a varios factores. Probablemente, (1) el elevado número de lesiones que sufren los jugadores en la mano (66%) influya en esta

DISCUSIÓN

percepción. Otra posible explicación de la incomodidad descrita puede ser (2) la necesidad de una protección **que no genere tanto sudor**, como prefiere el 84% de los jugadores o (3) la necesidad de que la protección permita una **mayor movilidad** de la mano y sea **más elástica**, como prefiere el 67% de los jugadores. Además, el porcentaje de incomodidad asociado a la protección resulta más relevante si cabe, al tratarse de la valoración de un producto realizado por ellos mismos, en cuyo caso, es posible que las apreciaciones realizadas sobreestimen de forma positiva la evaluación.

En la misma línea y por lo que respecta al **confort térmico**, la mayoría de jugadores (85%) indica que en invierno padece frío en las manos, lo que les provoca sentir más dolor en la mano al golpear la pelota (98.91%). También en pelota vasca, un elevado porcentaje de jugadores (88.2%) manifiesta sentir esta misma sensación de dolor (Gámez, 2008). Esto les origina problemas de circulación que les puede afectar tanto al rendimiento como a la probabilidad de sufrir molestias y lesiones (Castellani *et al.*, 2006; Letamendia, 1995). De este modo, el guante de protección deberá **proteger del frío**, tal y como desea el 88% de los jugadores de *pilota valenciana*, pero también ofrecer una adecuada **transpiración**, principalmente en las dos zonas de mayor sudoración: la palma y el dorso de la mano. Es importante destacar, que puede resultar difícil diseñar una protección universal que proteja del frío sin que aumente la sudoración durante las estaciones más calurosas, de modo que en el futuro podrían proponerse dos modelos de guante, un guante de invierno y otro para la época estival.

- **Rendimiento y funcionalidad de la protección**

Por lo que respecta al **rendimiento**, se ha comprobado que existe un elevado número de jugadores que considera que con las protecciones empeora su rendimiento (67%). Estos resultados son similares a los hallados por Gámez (2008) en pelota vasca (60.7%). Esta problemática, unida a la elevada sensación de incomodidad que sienten los jugadores con sus protecciones y al alto número de lesiones que sufren, son los aspectos más preocupantes de este estudio. Además, resulta bastante negativo que la principal causa descrita acerca del empeoramiento del rendimiento sea el inadecuado control de la pelota que tienen con sus protecciones (88%). Si los jugadores no son capaces de enviar la pelota allí donde quieren, la calidad del espectáculo deportivo percibido se ve reducida, y quizá en más de una ocasión, las expectativas de los jugadores durante el juego también se vean frustradas.

Es posible que los motivos principales de este inadecuado control sean el excesivo grosor y/o rigidez de la protección (73%). Por tanto, la mejora de este problema se resolvería con una protección **más elástica** y **menos gruesa**. El hecho de reducir el grosor de la protección puede tener una influencia negativa en la aparición de molestias o lesiones en la mano y de ahí, la necesidad de realizar estudios mecánicos (absorción de impactos) y biomecánicos (presiones palmares) que analicen las propiedades amortiguadoras de los materiales. En la búsqueda de este equilibrio (grosor de la protección/aparición de lesiones) hay que considerar que a la mayoría de los jugadores les gusta sentir algo o mucho la pelota (96%). Quizá una **mayor sensibilidad de la mano en el golpeo**, permita un mejor control de la pelota. En el caso de los jugadores de fútbol, sentir la pelota es también una propiedad importante en las características del calzado (Sterzing, Kunde, Scholz y Milani, 2007), aunque parece ser

DISCUSIÓN

que se trata de una percepción que no se correlaciona con los resultados de *tests* objetivos que miden diferentes técnicas de control y de manejo del balón (Sterzing, Müller, Wächtler y Milani, 2011). Del mismo modo que sucede con el calzado de fútbol (Sterzing *et al.*, 2011), en *pilota valenciana* también sería necesario establecer adecuados protocolos biomecánicos para medir y analizar la interacción entre el material de la mano, la influencia en el control de la pelota y la sensibilidad percibida.

En la misma línea del diseño de una protección que mejore el control de la pelota, sería conveniente **disminuir el peso** de las actuales protecciones (así lo desea el 47% de los jugadores). Una mayor ligereza, quizá ayude en una mayor movilidad de la cadena cinética de golpeo e influya positivamente en el gesto técnico realizado.

Por último, a pesar de que existen deportes en los que se utilizan productos diferenciados en función de si se está entrenando o compitiendo (botas de fútbol; zapatillas de atletismo; bicicletas para ciclismo en ruta; raquetas de bádminton, etc.), en el caso de la *pilota valenciana* no es habitual confeccionarse una protección diferente para cada caso (tan solo un jugador de cada cuatro lo hace). En cambio, los jugadores (93%) sí suelen modificar la protección en función de las molestias o lesiones que tienen en la mano con el fin de salvaguardar esas zonas. Por tanto, la prioridad en el diseño tiene que ser mejorar el elevado número de lesiones que sufren en la mano (66%) y es por ello que en esta Tesis Doctoral se ha decidido desarrollar un **único prototipo** de guante destinado indistintamente para competición o entrenamiento. No obstante, esta línea de trabajo se deja abierta para futuras investigaciones.

6.1.3. DISTRIBUCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA MANO. TIPOLOGÍAS DE PROTECCIÓN

Tal y como se comenta en el apartado 4.1.2. de material y métodos (ver pág. 51), uno de los estudios más específicos y complejos del estudio horizontal de opinión ha consistido en conocer la distribución en la mano de los diferentes materiales utilizados. Para poder comprender y manejar la gran cantidad de información existente, ha sido muy útil la división de la mano en zonas de protección (figura 25) y la agrupación del material en dos tipos (material blando y material rígido).

De las distintas **zonas de protección** estudiadas en las encuestas, es importante señalar que son las mismas con independencia de la modalidad practicada o posición de juego ocupada. La única diferencia hallada se encuentra en la modalidad de *raspall*, en la cual los jugadores se protegen las falanges distales en su parte anterior y posterior con dedales, para poder realizar la acción técnica de *raspada* y *enganxada*. El diseño del guante ha contemplado esta especificación, integrando los dedales en la propia protección, es decir, sin necesidad de que sea un material accesorio como lo es actualmente. Además, el guante desarrollado ha respetado las zonas anatómicas de la mano y las líneas de flexión, tanto de cada una de las falanges de los dedos como de la palma de la mano. De este modo, se ha considerado la opinión de la mayoría de jugadores (85%), que reclama una adaptación anatómica del material a la mano.

Seguidamente, se ofrece por separado, un análisis de los resultados descriptivos y de los obtenidos en el análisis factorial y de componentes principales, este último destinado a establecer tipologías de protección.

- **Análisis descriptivo**

Del análisis realizado sobre los resultados descriptivos relacionados con la **distribución, cantidad y tipo de material utilizado** (figuras 37 a 44), se puede observar diferentes tendencias en el modo de protegerse las manos en función de la modalidad practicada y en función de la posición de juego (tabla 45 y 46).

Tabla 45. Tendencias en el modo de protegerse las manos en la modalidad de *escala i corda* y de *raspall*, extraídas del análisis descriptivo.

ANÁLISIS		
TENDENCIAS EN EL MODO DE PROTEGERSE POR MODALIDAD DE JUEGO	Generalidades	<p>Los jugadores de la modalidad de <i>raspall</i> tienden a protegerse más que los jugadores de la modalidad de <i>escala i corda</i> en casi todas las zonas de la mano. *Tres posibles factores podrían explicar esta tendencia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En la modalidad de <i>raspall</i> posiblemente los jugadores realicen un mayor número de intercambios (golpeos) de forma continuada que en <i>escala i corda</i>. 2. El uso en <i>raspall</i> de una pelota más pesada y ligeramente más grande que en <i>escala i corda</i>. 3. El uso en <i>raspall</i> de golpeos específicos que conllevan un mayor desgaste de la protección (la <i>raspada</i> y <i>enganxada</i>).
	Respecto al material blando	Los jugadores de <i>raspall</i> , en determinadas zonas, utilizan más cantidad de <i>tesamoll</i> duro que los de <i>escala i corda</i> *
	Respecto al material rígido	En <i>raspall</i> existe la tendencia a utilizar varias planchas de metal en determinadas zonas, mientras que en <i>escala i corda</i> lo habitual es utilizar una*. Además, los jugadores de la modalidad de <i>raspall</i> emplean un elemento diferenciado respecto a los de <i>escala i corda</i> : el dedal en la falange distal de los dedos 2º al 5º. Este dedal es fundamental, ya que protege los dedos durante las acciones de <i>raspada</i> y <i>enganxada</i> .

Tabla 46. Tendencias en el modo de protegerse las manos en función de la posición de juego en *escala i corda* y en *raspall*, extraídas del análisis descriptivo.

ANÁLISIS		
TENDENCIAS EN EL MODO DE PROTEGERSE POR MODALIDAD DE JUEGO	Generalidades	<p>En ambas modalidades, el jugador en la posición de <i>mitger</i> tiende a protegerse más que el jugador de la posición de <i>resto</i>. *Estas diferencias pueden deberse al tipo de golpes realizados en una y otra posición:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En <i>escala i corda</i> y <i>raspall</i>, los jugadores <i>mitgers</i> suelen realizar impactos más violentos, ya que en muchas ocasiones tienen que golpear la pelota de volea (sin bote previo) durante el juego, lo cual conlleva que la pelota en el momento de golpeo se desplace a una mayor velocidad. 2. En <i>raspall</i>, los jugadores <i>mitgers</i>, cuando la pelota rueda por el suelo la golpean en una posición más adelantada, llevando ésta una mayor velocidad que cuando la golpea el <i>rest</i>. Por tanto, los impactos recibidos en la mano pueden ser mayores en los jugadores más adelantados.
	Respecto al material blando	<p>En <i>escala i corda</i> los jugadores <i>mitgers</i> suelen utilizar en la mayoría de las zonas <i>tesamoll</i> blando de dos capas, mientras que los <i>restos</i> suelen utilizar <i>tesamoll</i> blando de una sola capa*.</p> <p>En <i>raspall</i> los jugadores <i>mitgers</i> suelen utilizar <i>tesamoll</i> duro y los <i>restos</i> suelen utilizar <i>tesamoll</i> blando*.</p>
	Respecto al material rígido	<p>En <i>escala i corda</i> los jugadores <i>mitgers</i> utilizan una plancha de metal o dos con una mayor frecuencia que los <i>restos</i>*.</p> <p>En <i>raspall</i> los jugadores <i>mitgers</i> tienden a protegerse con más capas de material rígido*.</p>

- **Análisis factorial y de componentes principales**

Los objetivos del análisis factorial y de componentes principales han sido **orientar el diseño del guante de protección** en relación al tipo y cantidad de material que debe colocarse en cada una de las zonas de protección (configuración básica) y determinar las tipologías de protección o los grupos de usuarios que requerirán una protección diferente.

En la modalidad de *escala i corda*, el análisis realizado no establece diferencias en la configuración de la protección entre sus jugadores. De este modo, no se cumple la hipótesis planteada de que puedan existir diferencias en el modo de protegerse en función de la posición de juego (*resto/mitger*). Las tendencias observadas en el análisis descriptivo (tabla 46), no son lo suficientemente importantes para establecer diferentes tipologías de protección según el análisis de componentes principales. Así, una única protección tipo guante podría satisfacer al conjunto de la población de jugadores de *escala i corda*.

La configuración básica de *escala i corda* (figura 47) desvela que las zonas que más se protegen los jugadores son la cabeza de los metacarpianos y los espacios interóseos de las mismas. En esta zona intercalan material blando de diferente composición, seguramente para configurar “puentes” con las planchas de metal que se colocan encima. En el entorno de la *pilota*, los jugadores suelen comentar que estos “puentes” son la solución de diseño que mejor protección les ofrece, pero no existe una comprobación científica al respecto. Estas zonas son las más protegidas porque la pelota al entrar en contacto con la mano suele hacerlo en primer lugar por ahí, siendo el impacto mayor que en el resto de zonas. Este resultado se ha comprobado mediante el análisis de presiones palmares llevado a cabo, tal y como se comentará posteriormente.

DISCUSIÓN

Por otro lado, las zonas que menos se protegen se corresponden con las zonas tenar, hipotenar y escafoides de la mano (figura 47), siendo habitual no colocarse protección en las mismas. Esto se debe a que durante el golpeo la pelota suele rodar por la palma y entra menos en contacto con dichas zonas. El guante propuesto sí protege estas zonas para evitar que en un mal golpeo queden lesionadas.

En el caso de la modalidad de *raspall*, se podrían distinguir dos tipos de protecciones diferentes, ya que el análisis diferencia dos grupos homogéneos (10 y 13 jugadores). Una de estas protecciones se diferenciaría de la otra en la cantidad de material que existe en el factor 5 (zona de las falanges proximales del segundo al quinto dedo). No obstante, al ser un solo factor el que diferencia las protecciones, se podría plantear el diseño de una única configuración que permita cierto grado de personalización en esa zona. Por otro lado, se ha comprobado que las diferencias halladas entre los dos grupos formados (10 y 13 jugadores), no se deben a la posición de juego ocupada (*resto/mitger*), sino que puede tratarse simplemente de una cuestión de preferencias en el modo de protegerse de los diferentes sujetos.

La configuración básica de la protección de *raspall* (figura 50) difiere de la de *escala i corda* fundamentalmente en el uso de los dedales y en la cantidad de material rígido que se colocan en las falanges proximales del segundo al quinto dedo, pasando de una plancha de metal en *escala i corda* a dos en el caso de *raspall*. Esto último puede deberse a que las acciones técnicas de raspada comprometen más esta zona. Respecto al uso del material blando, la diferencia básica con *escala i corda*, es la utilización del *tesamoll*® duro en más zonas de la mano. Los jugadores de *pilota valenciana* consideran que este tipo de *tesamoll*® protege más que el blando. En general, la protección básica

DISCUSIÓN

de *raspall* y *escala i corda* es muy similar, aunque los jugadores de *raspall* se protegen más determinadas zonas.

Puesto que las diferencias en la modalidad de *raspall* se deben a un único factor y en el caso de *escala i corda* existe un grupo homogéneo para definir la protección, una opción sería diseñar un único guante para los jugadores de *escala i corda* y otro para los jugadores de *raspall*, que permita cierto grado de personalización. No obstante, ya que las diferencias en el modo de protegerse las manos entre ambas modalidades son mínimas y porque existe un objetivo común de reducir el elevado índice de lesión, es más razonable diseñar un único guante atendiendo a ambas configuraciones básicas, que trate de proteger eficazmente la mano de los jugadores.

6.2. ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN DE LESIONES Y MOLESTIAS EN LA MANO QUE SUFREN LOS *PILOTARIS*

En primer lugar, cabe destacar la complejidad de llevar a cabo un análisis exhaustivo en este área, ya que la literatura epidemiológica en los deportes de pelota a mano es escasa. El estudio hallado en pelota vasca describe un porcentaje de lesión en la mano del 82.4% (Gámez, 2008). Este porcentaje es aún mayor que el encontrado en *pilota valenciana* (66%) (Montaner *et al.*, en prensa). En ambos casos, diversos factores podrían explicar estos preocupantes resultados: (1) las características propias del juego, en el cual se producen fuertes impactos en las manos al golpear la pelota; (2) el uso de materiales inespecíficos en las protecciones; (3) la ausencia en el mercado de sistemas de protección que se adapten a las necesidades de los jugadores y (4) la inexistencia de criterios científicos que permitan su desarrollo. En el diseño de otros productos destinados a la actividad física y el deporte, se investiga para alcanzar este conocimiento. Así ocurre por ejemplo con el calzado deportivo en atletismo (Divert, Baur, Mornieux, Mayer y Belli, 2005); en fútbol americano (Heidt, Dormer, Crawley, Scranton, Losse y Howard, 1996), en tenis (Nigg, Luthi y Balhsen, 1989; Schlaepfer, Unold y Nigg, 1983) o en baloncesto (Zhang, Clowers, Kohstall y Yu, 2005).

Las **zonas de la mano** que más se lesionan los jugadores son el quinto dedo (26.4%) y la palma (23.1%), siendo el primer (7.7%) y el segundo dedo (9.9%) las zonas que menos se lesionan. El porcentaje descrito en el primer dedo puede deberse a que éste no suele intervenir durante el golpeo (aunque en una mala colocación de la mano o inadecuada técnica de ejecución puede dañarse). Por otro lado, el segundo dedo interviene menos en los golpes que el tercero y cuarto (igualmente afectados, 17.6%), ya que la pelota normalmente rueda por el centro. De hecho, en el análisis de presiones

DISCUSIÓN

palmares realizado, se observa que el sensor situado en el segundo dedo es el que registra una menor presión media de todos los analizados (sensor 2). El guante diseñado ha tratado de mantener la uniformidad del material tanto en la palma como en los dedos de la mano, con el fin de conseguir un adecuado recorrido de la pelota durante el golpeo y así preservar la integridad general de la mano.

La inflamación de las manos (52.75%), los callos (43.96%) y las grietas (39.56%), son los **tipos de lesiones** más frecuentes que se han registrado en la mano. El excesivo estrés que sufren las distintas estructuras anatómicas de la mano como consecuencia de golpear de forma repetitiva una pelota dura y pesada, y el frío que afecta directamente a la circulación sanguínea (Castellani *et al.*, 2006), podrían ser los motivos que expliquen la inflamación de las manos en los jugadores. En el caso del callo, éste se produce por una inadecuada colocación de las protecciones, que hace que rocen sobre la mano o exista más presión en algunas estructuras óseas Letamendía (1995). Por su parte, las grietas suelen producirse al golpear la pelota sobre zonas con callosidades, influyendo el frío y la sequedad de las manos en su aparición (Letamendia, 1995; Laporte, 1996). Este tipo de lesiones aparecen en los jugadores con demasiada frecuencia, dificultando su continuidad en entrenamientos y competiciones.

Por todo lo expuesto anteriormente, parece razonable pensar que este deporte tenga cierto rechazo entre los familiares de los jugadores más jóvenes, ya que jugar a *pilota* implica sufrir lesiones y molestias. Además, estos perjuicios para la salud pueden derivar en una reducción de la calidad y disfrute por la práctica deportiva, obstaculizando la incorporación de nuevos practicantes.

DISCUSIÓN

Analizando la incidencia de las lesiones en la mano en función de la **modalidad practicada**, se observa que ésta es prácticamente la misma entre *escala i corda* y *raspall* (65.5% vs. 65.4%). Así, la mano se ve afectada de igual modo, lo cual indica que la efectividad de la protección es similar en uno y otro caso, a pesar de que cada modalidad tenga una dinámica de juego diferente. Sin embargo, tal y como explica Montaner *et al.*, (en prensa) la incidencia de lesiones en los elementos osteo-articulares de la cadena cinética de golpeo (hombro y codo) son mucho más frecuentes en *escala i corda* que en *raspall*, describiéndose en general, la primera de ellas como una modalidad más lesiva en la extremidad superior.

En el caso de las lesiones en función de la **posición de juego**, ocurre algo similar a lo comentado anteriormente, ya que no se han encontrado diferencias significativas ($p = 0.92$) entre las lesiones sufridas en la mano por jugadores *mitgers* y *restos* (73.53% vs 65.11%). De nuevo, se destaca que las protecciones no protegen adecuadamente la mano, independientemente de la posición de juego.

Por último, subrayar que la incidencia de lesiones en la mano es significativamente mayor en **profesionales** que en aficionados ($p = 0.01$). Esto puede deberse (1) a una mayor intensidad de juego, (2) a una mayor frecuencia de participación en partidas y (3) a un periodo de práctica deportiva más extenso de los *pilotarís* profesionales. Es necesario llevar a cabo medidas higiénico – preventivas para mejorar la situación de todos los practicantes de *pilota*, siendo especialmente importante mejorar la salud de la mano de los jugadores de categoría profesional.

6.3. VALIDACIÓN BIOMECÁNICA DEL GUANTE DE PROTECCIÓN

Antes de llevar a cabo la validación biomecánica del guante de protección, ha sido necesario comprobar la adaptación del equipo de medida de presiones palmares a este estudio en concreto. Posteriormente, se han estudiado los resultados obtenidos en las distintas pruebas de validación, orientados a: (1) conocer la adaptación del guante al juego, (2) conocer la protección que ofrece y (3) conocer la aceptación y valoración del mismo parte de los jugadores.

6.3.1. ANÁLISIS DE LA PUESTA A PUNTO DEL EQUIPO DE MEDICIÓN DE PRESIONES PALMARES

Los resultados obtenidos en la prueba de funcionamiento del equipo de medición de presiones palmares Biofoot/IBV, han demostrado la viabilidad del equipo para medir los impactos de la pelota en una situación controlada de ensayo. De igual modo, en el estudio de Gámez (2008) se demostró la capacidad de este sistema para el análisis de presiones palmares.

Además, se ha comprobado que los registros tomados (10 repeticiones) presentan una aceptable variabilidad, con un coeficiente de variación por debajo del 25.67%. Asimismo, se han confirmado los fuertes impactos que reciben los jugadores en sus manos, obteniéndose presiones palmares que pueden superar los 2000 kPa.

Finalmente, destacar que el sistema Biofoot/IBV adaptado a la medición de las presiones palmares podría emplearse en la mejora de otros equipamientos o productos deportivos (tabla 47). En estas nuevas aplicaciones, sería recomendable que el sistema eliminara el cable que une el amplificador con el transmisor (Gámez, 2008)

DISCUSIÓN

transfiriendo los datos directamente al PC vía *wireless*, mejorándose así notablemente la aplicación del equipo.

Tabla 47. Posibles aplicaciones del sistema de análisis de presiones palmares Biofoot/IBV.

APLICACIONES DEL EQUIPO DE MEDICIÓN DE PRESIONES PALMARES
Guantes de golf, esquí, ciclismo, esgrima o halterofilia.
Empuñaduras de los diferentes implementos utilizados en deportes de raqueta.
Empuñaduras de los bastones utilizados en senderismo o <i>nordic walking</i> .
Otras

6.3.2. ANÁLISIS DE LA PRECISIÓN Y DISTANCIA ALCANZADA EN EL GOLPEO

Uno de los principales análisis que puede realizarse observando los resultados obtenidos en la **prueba de precisión**, es que el guante no se diferencia estadísticamente ($p > 0.05$) de la variable precisión en el golpeo respecto a la protección tradicional. Esto ocurre en todas las subpoblaciones estudiadas de la muestra (nivel deportivo, posición de juego y modalidad). Es decir, se ha diseñado un sistema de protección que **ofrece un control de la pelota similar** al alcanzado con las actuales protecciones. A pesar de que no existen diferencias significativas en los resultados, si se observan los porcentajes de acierto con cada sistema de protección (tabla 39), el guante desarrollado ofrece mejores resultados que la protección tradicional. Quizá, con las mejoras de diseño que se propongan una vez analizada la encuesta de validación, pueda obtenerse un guante que mejore aún más el control de la pelota en el golpeo.

Por lo que respecta a la eficacia del ensayo para evaluar la precisión en el golpeo, el bajo porcentaje de acierto obtenido (29.3%) demuestra que el objetivo planteado en el mismo era difícil de conseguir. Seguramente, este bajo resultado no se deba al nivel deportivo de la muestra, ya que los jugadores participantes eran profesionales en un 60% de los casos y con una amplia experiencia en el juego. En futuros estudios se debería considerar el modo de mejorar este test para evaluar la precisión en el golpeo. Para ello, puede servir de referencia la metodología propuesta por el IBV que evalúa la interacción entre el calzado de fútbol y el golpeo del balón (Puigcerver *et al.*, 2011).

DISCUSIÓN

En el caso de la prueba que mide la **distancia alcanzada** después del golpeo, se ha comprobado que **con el guante se consigue una mayor distancia** que con la protección tradicional ($p < 0.04$). Estos resultados pueden deberse a las características del material amortiguador seleccionado, al grosor de la capa de protección utilizada en el guante (sensiblemente menor al utilizado con la protección tradicional) y/o a la mayor movilidad de la mano que consiguen con el guante de protección. De este modo, podría ser que la protección al ser un poco más fina, amortigüe menos el impacto y devuelva más energía, consiguiendo una mayor distancia de golpeo. Asimismo, esta mayor distancia puede estar relacionada con una mejor movilidad de la mano con la utilización del guante, aspecto muy bien valorado en la encuesta de opinión. El hecho de conseguir una adecuada flexión de dedos seguramente repercuta en una mejor técnica de golpeo que facilite enviar la pelota más lejos. Este resultado es importante para el propio desarrollo del juego y porque mejorará la percepción actual de los jugadores, ya que un 44% considera que sus protecciones tienen una influencia negativa en la velocidad de salida de la pelota.

6.3.3. ANÁLISIS DE LAS PRESIONES PALMARES

El estudio de las presiones palmares es uno de los más novedosos y específicos que se han desarrollado en esta Tesis Doctoral. Cabe recordar que el instrumental de medida utilizado fue diseñado específicamente para aplicarlo al juego de *pilota valenciana* y que existe un gran vacío científico en el análisis de las presiones palmares en los deportes de pelota a mano. Así, a pesar de la importancia de los juegos de pelota a mano, practicados actualmente en diversos países de todo el mundo (Martínez y Alcántara, 2004) y en numerosas culturas y civilizaciones a lo largo de la historia (Scrambler, 2005), tan sólo el estudio realizado en pelota vasca analiza los impactos de

DISCUSIÓN

la pelota (Gámez, 2008). Ambas investigaciones se han llevado a cabo en el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), con lo que se podría considerar a este centro como pionero en el estudio de las presiones palmares alcanzadas en los deportes de pelota a mano. Cabe destacar, que la evaluación del guante de *pilota valenciana* mediante el análisis de las presiones palmares es una metodología que se aplica de forma similar en el análisis de otros tipos de guantes, como los utilizados en ciclismo y que no sólo tiene una aplicación para la evaluación de productos, sino que contribuye en el estudio de determinadas patologías (Slane *et al.*, 2011). En futuras investigaciones sería interesante profundizar en el análisis de las relaciones existentes entre todas estas variables: presiones palmares, patologías en la mano y guantes específicos para su mejora.

Los resultados en pelota vasca muestran picos máximos superiores a 2000 kPa (máxima presión con protección tradicional = 2156.86 kPa; máxima presión con guante = 2180.78 kPa) (Gámez, 2008). En el presente estudio, las presiones máximas alcanzadas son algo mayores, superándose de nuevo los 2000 kPa (máxima presión con protección tradicional = 2278.6 kPa; máxima presión con guante = 2289.16 kPa). Las dos investigaciones reflejan niveles de impacto muy elevados en las principales modalidades de pelota a mano practicadas en España, muy por encima de las presiones plantares máximas obtenidas en el triple salto (Perttunen *et al.*, 2000), de las obtenidas en cinta de correr a diferentes velocidades (Lee *et al.*, 2010) o de las presiones palmares al ejecutar diferentes tipos de flexiones de brazos (Choi y Robinovitch, 2010).

Las zonas de mayor impacto medio se producen en los sensores 1, 3 y 7, tanto con la protección tradicional como con el guante, siendo el sensor 2 y 4 los que registran una menor presión con ambos sistemas. Estos últimos sensores se localizan en las falanges proximales del segundo y tercer dedo, lo cual puede indicar que la pelota no

DISCUSIÓN

suele impactar directamente sobre los dedos, sino que lo hace sobre la zona de la cabeza de los metacarpos y los espacios inter óseos correspondientes (sensores 1, 3, 7, 8). Por otro lado, cabe destacar que en siete de los ocho sensores utilizados se registra más presión media utilizando la protección tradicional, siendo los sensores con **diferencias estadísticamente significativas** ($p < 0.05$) el **sensor 2** ($p = 0.00$) y el **sensor 8** ($p = 0.03$), situándose las presiones registradas en el sensor 7 cercanas a la diferencia estadística ($p = 0.08$). En todas estas zonas, las presiones alcanzadas son menores utilizando el guante de protección diseñado (entre un 26% y un 57% menos). Estos resultados indican que en tres zonas de ocho, la amortiguación y distribución de presiones con el guante es mejor que con el uso de la protección tradicional, mientras que en las otras cinco, las presiones son similares. De este modo, se podría considerar que el guante desarrollado mejora las presiones alcanzadas en la mano durante los golpes respecto a la protección tradicional. Además, es destacable que la zona de la mano que se corresponde con los sensores 7 y 8 (figura 32), hacen referencia al espacio central de la mano por donde suele rodar la pelota en un golpeo bien realizado. La menor presión registrada en esta zona con el guante ($p < 0.05$), indica que la solución de diseño utilizada con los tacos situados en la cabeza de los huesos metacarpos ha sido un acierto.

6.3.4. ANÁLISIS DE LA VALORACIÓN DE LOS JUGADORES DEL GUANTE DE PROTECCIÓN

En la tabla 48 se muestra un resumen de los errores, aciertos y aspectos mejorables en el diseño del actual prototipo de guante.

DISCUSIÓN

Tabla 48. Aciertos, errores y aspectos mejorables en el diseño del guante de protección.

VARIABLES	ACIERTOS	ERRORES	ASPECTOS MEJORABLES
Usabilidad	Es fácil de poner		
	Es fácil de quitar		
Ajuste	Permite una buena flexión de la mano	Permite un buen ajuste de la falange distal	
	Tiene una buena adherencia a la mano		
	El cierre del velcro® es adecuado		
	Permite una buena movilidad en la flexión de los dedos		
	La talla es adecuada		
Confort	Genera poco sudor		El tacto al golpear la pelota es bueno
	Las costuras son cómodas		
	Tiene una buena transpiración en el dorso		
	Es cómodo		
Rendimiento			Ofrece una buena sensibilidad de la pelota en el golpeo
Protección		Protege	
Diseño	El dorso gusta	Los tacos de protección tienen un tamaño adecuado	La cantidad de material protector es buena
	El color gusta		Los tacos de protección tienen un grosor adecuado
			La distribución de los tacos es adecuada

DISCUSIÓN

En primer lugar, cabe destacar que las diferentes opiniones realizadas sobre el guante de protección no difieren ni en función de la modalidad ni de la posición de juego de los jugadores ($p > 0.05$), con lo que las valoraciones descritas a continuación deben de ser entendidas desde esta perspectiva.

Los **aciertos** más destacados del diseño del guante están relacionados con las variables de **usabilidad**, **ajuste** y **confort térmico**. La mayoría de los jugadores afirman que es fácil de quitar y de poner, lo que está directamente relacionado con el ajuste de la talla, aspecto también muy bien valorado. Todo ello refleja la importancia del estudio antropométrico de la mano que se ha llevado a cabo. Asimismo, exceptuando el ajuste en la falange distal de los dedos, el resto de variables relacionadas con el ajuste han sido positivamente evaluadas, destacando la buena movilidad que ofrece en la mano y en los dedos. Respecto al confort térmico, los jugadores consideran que el guante genera poco sudor y que el dorso transpira adecuadamente. De este modo, la solución de diseño utilizada en el dorso del guante puede considerarse como acertada. Este resultado es muy positivo, ya que según la opinión de los jugadores el dorso de la mano es una de las zonas de mayor sudoración.

Los principales **errores** descritos están relacionados con la **protección** que ofrece y el **tamaño de algunos tacos de protección**. Los *pilotaris* reclaman algo más de protección. Se considera que la solución de mejora es sencilla y consistiría en añadir alguna capa más de goma EVA en las zonas de mayor presión (sensores 1, 3 y 7), tratando de mantener la uniformidad del guante. Sin embargo, la baja valoración obtenida en el aspecto de protección, se contradice en cierto modo con otras variables que están estrechamente relacionadas con la misma. Así, si se observa la valoración que hacen los jugadores acerca del **confort**, ésta es buena (el 46% lo considera cómodo y

DISCUSIÓN

ningún jugador afirma que no lo es); tampoco parece que la percepción de la **sensibilidad** en el golpeo sea inadecuada (es neutra) y no existe un resultado claro que explique que el **grosor** del guante no sea el adecuado. Además, el estudio de presiones palmares llevado a cabo, revela que el guante de protección ofrece las mismas prestaciones de amortiguación que la protección tradicional o que incluso la mejora en tres zonas concretas. Por tanto, serían necesarias nuevas investigaciones para confirmar los resultados obtenidos en la variable protección.

Respecto a los **tacos de protección**, algunos jugadores indican que los de la palma de la mano no presentan un **tamaño** adecuado, considerando que los de las zonas tenar e hipotenar deberían ser más pequeños. El motivo de esta apreciación es que durante el golpeo la pelota rueda y estos tacos no entran demasiado en contacto con la pelota. Esta valoración es lógica, ya que los jugadores no suelen protegerse estas zonas, tal y como se ha comprobado con la configuración básica (figura 47 y 50). Sin embargo, esta opinión podría obviarse, ya que en caso de un mal golpeo es necesario que estas zonas queden protegidas. También se ha considerado que los tacos de protección deberían ajustarse mejor a los espacios que protegen, especialmente en la zona de la cabeza de los metacarpianos. En dicha zona, se recomienda abarcar una mayor zona de protección en la parte superior y en el espacio central que separa ambos lados, para evitar que la pelota se clave durante el golpeo (figura 64).



Figura 64. Error descrito en la encuesta de valoración del guante: cubrir mejor las zonas que protegen los tacos de protección (marcado en rojo).

Finalmente, uno de los **aspectos mejorables del guante** está relacionado con la distribución de los tacos de protección. Al respecto, podrían estudiarse nuevas propuestas en la colocación de los mismos, teniendo en cuenta que los jugadores amateurs son los que peor valoran este aspecto ($p = 0.04$).

6.4. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Una vez concluido el estudio realizado en esta Tesis Doctoral, han surgido una serie de cuestiones que es necesario analizar para valorar adecuadamente tanto las conclusiones del mismo como para poder establecer las oportunas mejoras en futuras líneas de investigación.

En primer lugar, destacar que si bien la muestra de 15 *pilotaris* empleada en la validación del guante de protección, ha sido suficiente para que los datos cumplieran los supuestos necesarios para utilizar técnicas de análisis estadístico paramétricas, es posible que con una muestra mayor, algunos análisis que han estado cerca de la significación estadística se hubieran confirmado (Ej. las diferencias para el sensor 7, donde $p = 0.08$).

En segundo lugar, hubiera sido interesante poder llevar a cabo el estudio biomecánico con un grupo control paralelo, que probara el guante de protección sin el equipo de medición de presiones y así poder confirmar que el equipo externo utilizado sobre el jugador, no ha alterado los resultados de las diferentes pruebas de validación.

En tercer lugar, los plazos temporales del proyecto no han permitido que los *pilotaris* pudieran probar el guante durante un periodo de tiempo prolongado. Posiblemente, esto hubiera ayudado a que los jugadores se adaptaran mejor a sus características, por lo que cabe pensar que los resultados relacionados con la precisión en el golpeo se habrían mejorado (si bien, ofrecer la misma precisión que la protección tradicional es por sí mismo un buen resultado).

DISCUSIÓN

Por último, respecto al estudio de materiales efectuado en esta Tesis Doctoral, se podría considerar en el futuro ampliar el número de pruebas a realizar con los diferentes materiales, de modo que se analicen otras propiedades (resistencia, dureza y compresión) que pueden resultar relevantes en el uso de la protección tipo guante. Para ello, podrían emplearse máquinas de ensayo de materiales como la “*Instron Universal Testing Machine*” (Ankrah, Marquez, Verdejo y Mills, 2002) o “MTS Insight®Electromechanical Testing Systems” (Slane *et al.*, 2011). También sería interesante poder analizar las propiedades de los materiales en la misma posición que se colocan en la palma de la mano y ensayar más de dos capas de protección superpuestas.

7. CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las conclusiones de esta Tesis Doctoral, las cuales se han ordenado en dos apartados en función del objeto de estudio al que hacen referencia.

7.1. Conclusiones metodológicas: principales métodos empleados que constituyen un avance en la forma de estudio.

7.2. Conclusiones derivadas de los resultados: muestran los hallazgos más relevantes y sus implicaciones prácticas, respecto a los objetivos de la Tesis Doctoral.

7.1. CONCLUSIONES METODOLÓGICAS

Del estudio llevado a cabo se destacan dos conclusiones de carácter metodológico:

- Se ha aplicado la metodología DOU al estudio de las protecciones de *pilota valenciana*, permitiendo establecer, junto con el panel de expertos realizado, los criterios de diseño que debe cumplir una protección tipo guante atendiendo a las preferencias de los jugadores.
- Se ha desarrollado una metodología y procedimiento de ensayo capaz de evaluar distintas variables biomecánicas mediante una prueba de campo controlada.

7.2. CONCLUSIONES DERIVADAS DE LOS RESULTADOS

7.2.1. EN RELACIÓN A LAS NECESIDADES Y PREFERENCIAS DE LOS *PILOTARIS*

- Existe una aceptación prácticamente unánime de los jugadores para utilizar un futuro guante de protección, siempre y cuando las prestaciones del nuevo sistema de protección sean iguales o mejoren las actuales protecciones.
- Un elevado número de jugadores tarda más de una hora en confeccionarse la protección y a muchos les resulta incómodo tener que emplear tanto tiempo. El sistema desarrollado a modo de guante reduce este tiempo de preparación, lo cual les permitirá aprovechar mejor el tiempo destinado a entrenamientos y/o partidas.
- Los jugadores prefieren un sistema de protección que se adapte a la morfología y movimientos de la mano, que sea elástico, ligero y de un menor grosor que el actual.
- La protección tradicional no ofrece un adecuado confort térmico. Los jugadores reclaman una protección transpirable y que a su vez, proteja del frío.
- La protección tradicional no permite un adecuado control de la pelota en el golpeo, interfiriendo en la calidad del juego desarrollado.
- Los jugadores demandan nuevos materiales de protección que ofrezcan una mayor capacidad de amortiguación y que distribuyan mejor las presiones.

7.2.2. EN RELACIÓN A LAS MOLESTIAS EN LA MANO

- La mano es la zona corporal con un mayor número de lesiones, existiendo además en ella un elevado índice de lesiones.
- El elevado número de lesiones indica que las protecciones tradicionales no ofrecen la protección suficiente. Protecciones más eficaces, que mejoren la salubridad de la mano del jugador ayudarán en la promoción de este deporte.
- Los tipos de lesión más frecuentes en la mano son la inflamación, los callos y las grietas.
- El frío incrementa la sensación de dolor en la mano durante los golpes.
- Las lesiones en la mano son la principal causa que hace que un jugador interrumpa su actividad deportiva.
- Por nivel de juego, se han registrado significativamente más molestias en la mano en jugadores profesionales que en aficionados.
- Por modalidad practicada, se han registrado un número similar de molestias en la mano en *escala i corda* y en *raspall*.
- Por posición de juego, los *mitgers* tienen un porcentaje de molestias en la mano algo mayor que los *restos*, pero las diferencias no son significativas.

7.2.3 EN RELACIÓN AL SISTEMA DE MEDICIÓN DE PRESIONES PALMARES UTILIZADO

- El equipo de medición de presiones palmares utilizado (Biofoot/IBV) ha permitido conocer las presiones alcanzadas durante el golpeo en 8 zonas diferentes de la mano.
- Se ha comprobado la viabilidad del equipo para la medición de las presiones palmares.

7.2.4. EN RELACIÓN AL GUANTE DE PROTECCIÓN DESARROLLADO

- El guante de *pilota valenciana* desarrollado ofrece la misma precisión en el golpeo que la protección tradicional.
- El guante de *pilota valenciana* permite lanzar la pelota a mayor distancia que con el uso de la protección tradicional.
- El guante de *pilota valenciana* mejora las presiones alcanzadas en tres de las ocho zonas estudiadas respecto a la protección tradicional. En el resto de zonas la media de la presión máxima registrada con el guante también es menor, pero en estos casos no existen diferencias significativas.
- La valoración del guante por parte de los jugadores ha sido satisfactoria en términos de usabilidad, ajuste y confort.
- Los jugadores consideran que el guante de protección diseñado no protege lo suficiente.
- Pequeñas modificaciones en el diseño del guante podrían generar un sistema de protección mejor que las actuales protecciones.

7.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Una vez analizadas la discusión y conclusiones que se han derivado de esta Tesis Doctoral, han surgido nuevos planteamientos que podrían ser motivo de estudio en futuras investigaciones y contribuirían a resolver algunas cuestiones importantes. Las futuras líneas de investigación que se proponen son:

- Estudios biomecánicos y de percepción del usuario que profundicen en la mejora y validación del actual guante desarrollado.
- Estudios biomecánicos centrados en la generación de guantes de protección en la iniciación y en el deporte escolar.
- Estudios biomecánicos orientados al diseño de guantes específicos para el entrenamiento y la competición.
- Estudios biomecánicos y de materiales destinados al diseño de guantes específicos para el invierno y para la época estival.
- Estudios biomecánicos capaces de analizar el efecto de diferentes tipos de protecciones sobre la aparición de lesiones en la mano.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alcántara, E.; González, J.; Alemany, S. y García, A. (2001). Development of a new method to measure the recovery ability of insole materials by simulating plantar pressures. En E. Hennig, A. Stacoff y H. Gerber (Eds), Fifth symposium on footwear biomechanic (pp. 4-5). Zurich: Laboratory for Biomechanics.
- Alemany, S. y Nácher, B. (2003). Estudio morfológico del pie aplicado al diseño funcional del calzado de tacón. *Revista Biomecánica*, 38, 15-18.
- Alfuth, M. y Rosenbaum, D. (2011). Long distance running and acute effects on plantar foot sensitivity and plantar foot loading. *Neuroscience Letters*, 503 (1), 58-62.
- Andrew, S.; Dowdell, B. y Svenson, N. (1998). Pedal cycle helmet effectiveness: A field study of pedal cycle accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 2 (30), 161-168.
- Ankrah, S.; Marquez, R.; Verdejo A. y Mills, N. (2002). The mechanical properties of ESI/LDPE foam blends and sport applications. *Cellular Polymers*, 21, 237-264.
- Barlett, R.; Müller, E.; Raschner, C.; Lindinger, S. y Jordan, C. (1995). Pressure Distributions on the Plantar Surface of the Foot During the Javelin Throw. *Journal of Applied Biomechanics*, 11(2), 163-177.
- Barnes, R.A. y Smith, P.D. (1994). The role of footwear in minimizing lower limb injury. *Journal of Sports Sciences*, 12, 341-353.
- Bataller, A.; Alcántara, E.; González, J. y García, A. (2001). Influence of anatomical elements in the foot pressure distribution. En E. Hennig, A. Stacoff y H. Gerber (Eds), Fifth symposium on footwear biomechanic (pp. 14-15). Zurich: Laboratory for Biomechanics.

BIBLIOGRAFÍA

- Baudet, J. y Laporte, G. (1994). El Clavo (Itzia) en su aspecto quirúrgico. En I Congreso Internacional de Medicina Deportiva orientada hacia la Pelota Vasca. San Juan de Luz.
- Castellani, J.; Young, A.; Ducharme, M.; Giesbrecht, G.; Glickman, E. y Sallis, R. (2006). Prevention of Cold Injuries during Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38 (11), 2012-2029.
- Clarke, T.E.; Frederick, E.C. y Cooper, L.B. (1983). Effects of shoe cushioning upon ground reaction forces in running. *International Journal of Sports Medicine*, 4 (4), 247-251.
- Cock, A.; Williams, D. y Clercq, D. (2005). Evaluation of the medio-lateral plantar pressure distribution in jogging as a risk factor for exercise related lower leg pain. En J. Hamill, E. Hardin y K. Williams (Eds), The 7th symposium of footwear biomechanics (pp. 22-23). Cleveland: UP0S.
- Conca, M. y Pérez, V. (1999). Joc popular i tradicional valencià: la Pilota Valenciana. En M. Villamón (coord.), Formación de los maestros especialistas en E. Física (pp. 187-215). Valencia: Generalitat Valenciana.
- Conca, M.; García, G.; Gimeno, T.; Llopis, F.; Naya, J. y Pérez, V. (2003). La Pilota Valenciana: unitat didàctica. València: Conselleria de Cultura y Educació.
- Cowie, J.; Flint, J. y Harland, A. (2008). Wireless impact measurement for martial arts. En M. Estivalet y P. Brisson (Eds.), The Engineering of Sport 7. Vol 1 (pp. 231-238). Paris: Springer.
- Chen, B. y Bates, B. (2000). Comparison of F-scan in -sole and AMTI forceplate system in measuring vertical ground reaction force during gait. *Physiotherapy Theory and Practice*, 16, 43-53.

BIBLIOGRAFÍA

- Choi, W.J. y Robinovitch, S.N. (2011). Pressure distribution over the palm region during forward falls on the outstretched hands. *Journal of Biomechanics*, 44 (3), 532-539.
- Decreto 111/2007 de 20 de julio, por el cual se establece el currículo en la Educación Primaria (LOE, 2006).
- Decreto 112/2007 de 20 de julio, por el cual se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Valenciana (LOE, 2006).
- Divert, C.; Baur, H.; Mornieux, G.; Mayer, F. y Belli, A. (2005). Stiffness adaptations in shod running. *Journal of Applied Biomechanics*, 21 (4), 311-321.
- Dueñas, L.; Ferrandis, R.; Martínez, A.; Candel, J., Arnau, F. y Villanueva (2002). Application of biomechanics to the prevention of overload injuries in elite soccer player. En K. Gianikellis (Ed.), *Proceedings of the XXth international Symposium on Biomechanics in Sport* (pp. 585-591). Cáceres: Universidad de Extremadura.
- Durbá i Cardó, V. (2000). Enfoque didáctico de la Pelota Valenciana. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 61, 96-101.
- Federació de Pilota Valenciana [1986]. *El joc de pilota valenciana*.
- Ferrandis, R. (1997). Criterios biomecánicos de diseño del calzado deportivo. Aportación al estudio cinético y cinemático del calzado para carrera urbana. *Tesis Doctoral*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Fisher, S.; Vogwell, J. y Bramley, A. (2004). The effect of structural design on the coefficient of restitution for some first class cricket bats. *Sports Engineering*, 7(4), 198-206.
- Forner, A.; Koopman, H. y Helm, F. (2004). Use of Pressure insoles to calculate the complete ground reaction forces. *Journal of Biomechanics*, 37(9), 1427-1432.

BIBLIOGRAFÍA

- Frederick, E.C.; Clarke, T.E. y Hamill, C.L. (1984). The effect of running shoe design on shock attenuation. En E.C. Frederick, Sport shoes and playing surfaces (pp. 190-198). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gámez, J. (2008). Diseño de un guante de protección para pelota vasca, atendiendo a criterios biomecánicos, mecánicos y de rendimiento deportivo. *Tesis doctoral*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Gámez, J.; Montaner, A.M; Alcántara, E.; Alemany, S.; López, M.A.; Montero, J.; García, A.G. y Vera, P. (2006). Estudio epidemiológico en voley y fútbol playa. *Revista Selección*, 15 (1), 22-27.
- Gámez, J.; Zarzoso, M.; Raventós, A.; Valero, M.; Alcántara, E.; López, A.; Prat, J. y Vera, P. (2008). Determination of the optimal saddle height for leisure cycling. En M. Estivalet y P. Brisson (Eds.), *The Engineering of Sport 7*. Vol 1 (pp. 255-260). Paris: Springer.
- García, A.C. y García, G. (2001). Desarrollo de una línea de calzados para pies exigentes fruto de la colaboración entre Pikolinos y el IBV. *Revista Biomecánica*, 31, 15-16.
- Garrido, J.D.; Gil, S. y Fernández (2005). L. EMO desarrolla un calzado para el pie diabético. *Revista Biomecánica*, 44, 19-22.
- Gioftsidou, A.; Malliou, P.; Pafis, G.; Beneka, A.; Godolias, G. y Maganaris, C.N. (2006). The effects of soccer training and timing of balance training on balance ability. *European Journal of Applied Physiology*, 6 (96), 659-664.
- Girard, O.; Eicher, F.; Fourchet, F.; Micallef, J.P. y Millet, G.P. (2007). Effects of the playing surface on plantar pressures and potential injuries in tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 93-100.
- González, G.; Agulló, V.; Valderrama, J.C. y Aleixandre, R. (2010). El desarrollo de la investigación sobre pelota valenciana: guía bibliográfica y fuentes de información. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 99, 5-12.

BIBLIOGRAFÍA

- Gurney, J.; Kersting, U. y Rosenbaum, D. (2008). Between-day reliability of repeated plantar pressure distribution measurements in a normal population. *Gait & Posture*, 27, 706-709.
- Hatch, G.; Pink, M.; Mohr, K.; Sethi, P. y Jobe, F. (2006) The effect of tennis racket grip size on forearm muscle firing patterns. *American Journal of Sports Medicine*, 34, 1977-1983.
- Heidt, RS.; Dormer, SG.; Crawley, PW.; Scranton, PE.; Losse, G. y Howard, M. (1996). Differences in friction and torsional resistance in athletic shoe-turf surface interfaces. *The American Journal of Sports Medicine*, 24 (6), 834-842.
- Hennig, E.M. y Milani, T.L. (2000). Pressure distribution measurements for evaluation of running shoe properties. *Sportverletz Sportschaden*, 14, 90-97.
- IBV. [En línea], <http://www.ibv.org/es/que-es-el-ibv>. [Consulta: 12/08/2011].
- Iñurria Montero, V. (1987). La pilota valenciana: historia, present i futur. *Saó*, 101, 15-16.
- James, S.; Bates, B. y Osternig, L. (1978). Injuries to runners. *American Journal of Sports Medicine*, 6, 40-50.
- Jarboe, S. (1996). Procedures for enhancing group decision making. En B. Hirokawa and M. Poole (Eds.), *Communication and Group Decision Making* (pp. 345-383). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Komi, E.; Roberts, J. y Rothberg, S. (2008). Measurement and analysis of grip force during a golf shot. *Journal Sport Engineering and Technology*, 1(1), 23-35.
- Laporte, G. (1996). La Patología de la Mano del Pelotari. En *Lesiones de la mano del deportista* Vol. 1, (pp. 85-96). París: Fison Roche.
- Larumbe, F. (1991). Resumen histórico. En *Pelota*. Comité Olímpico Español y Federación Española de Pelota. España.

BIBLIOGRAFÍA

- Lee, A.; Chou, J. H.; Liu, Y.F. y Shiang, T.Y. (2008). Correlation between treadmill acceleration, plantar pressure and ground reaction force during running (P52). En M. Estivalet y P. Brisson (Eds.), *The Engineering of Sport 7*. Vol 1 (pp. 281-290). Paris: Springer
- Letamendia, A. (1993). *El dedo blanco del pelotari*. San Sebastián: Fundación Kutxa.
- Letamendia, A. (1995). *El pelotari y sus manos*. Bilbao: Ikastolen Elkartea.
- Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.
- Likert, R. (1932). Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 1-55.
- Llana S.; Brizuela, G.; Dura J. V. y García A. C. (2002). A study of the discomfort associated with tennis shoes. *Journal of Sports Sciences* (9), 671 – 679.
- Llana, S. (1998). Análisis del calzado técnico de tenis atendiendo a criterios epidemiológicos de confort y biomecánicos. *Tesis Doctoral*. Valencia: Universitat de València.
- Llana, S.; Brizuela, G.; Alcántara, E.; Durá, J.V. y García, A.C. (1998). Epidemiological aspects of tennis and their relation with footwear and tennis courts. En H.J. Riehle y M.M Vieten (Eds.), *Proceedings of the XVI International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 498-501). Konstanz, UVK.
- Llopis i Bauset, F. (1987). *El joc de pilota valenciana*. València: Ajuntament de València.
- Martínez A. y Alcántara E. (2004). Contribución de la biomecánica al desarrollo de la pelota valenciana. *Revista de biomecánica*, 35, 19-21.
- Martínez, A. (2002). Nuevos conceptos en el diseño de calzado de fútbol para campos de tierra. *Revista Biomecánica*, 34, 15-21.

BIBLIOGRAFÍA

- Martinez, N.; Rosa, D.; Gámez, J.; Gonzalez, J.; Chirivella, C.; Gutiérrez, J.; Prat, J. y Sánchez, J. (2008). A study of the influence of the environmental condition and the Garment in Skin Temperature in Sport Activitiy. En M. Estivalet y P. Brisson (Eds.), *The Engineering of Sport 7. Vol 1* (pp. 119) Paris: Springer.
- Milburn, P.D. y Barry, E.B. (1998). Shoe-surface interaction and the reduction of injury in rugby union. *Sports Medicine*, 25 (5), 319-327.
- Millo i Casas, L. (1976). *El trinquet*. València: Prometeo.
- Montaner, A. M. (2010). Estudio de los trinquetes de *pilota valenciana*, según criterios epidemiológicos, de opinión y biomecánicos. *Tesis doctoral*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Montaner, A.M.; Montaner, C. y Benedicto, E. (2008). La pilota valenciana en el contexto educativo. València: Conselleria d'Educació i Cultura.
- Montaner, A.M.; Llana, S.; Gámez, J. y Montaner, C. (en prensa). Estudio epidemiológico en pilota valenciana. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*.
- Montaner, C.; Alcántara, E.; Llana, S. y Gámez, J. (en prensa). Especificaciones de diseño para el desarrollo de un guante de pilota valenciana. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*.
- Naya, J. (2007). Pilota valenciana: El nostre joc. Comunicación presentada en el II Congrés Mundial de Pilota a mà. Valencia, 26-28 de abril.
- Nigg, B.M.; Luthi, S.M. y Bahlsten, H.A. (1989). The tennis shoe. Biomechanical design criteria. En Segesser y W. Pforringer (Eds.), *The shoe in sport* (pp. 39-45). London.
- Olaso, S. (1994). El joc de la pilota en la Comunidad Valenciana. *Tesis doctoral*. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Orden de 2/3/2000, de 7 de marzo del 2000 (DOGV 3703)

BIBLIOGRAFÍA

- Page, A.; Porcar, R.; Such, M.J.; Solaz, J. y Blasco, V. (2001). Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario. Martin Impresores. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Peebles, L. y Norris, B. (1998). *Adultdata. The handbook of adult anthropometric and strength measurements*. Departament of Trade and Industry (DTI). Nottingham: Institute for Occupational Ergonomics.
- Pérez, P. (2004). Análisis de los parámetros biomecánicos durante la recepción en colchonetas y su influencia en los mecanismos de lesión en gimnasia deportiva. *Tesis doctoral*. Valencia: Universitat de València.
- Pérez, P. y Llana, S. (2004). Aportaciones de la Biomecánica deportiva al juego de la pelota valenciana. Revista electrónica Rendimientodeportivo.com. Recuperado el 12 de abril de 2006, <http://www.Rendimientodeportivo.com/n009/Artic042.htm>.
- Pérez, V. y Conca, M. (1999). Joc popular y tradicional valencià: la pilota valenciana. En M. Villamón (Ed.), *Formación de los maestros especialistas en E. Física*. València: Generalitat Valenciana.
- Perttunen, J.; Kyrolainen, H.; Komi, P. y Heinonen, A. (2000). Biomechanical loading in the triple jump. *Journal of Sport Science*, 18 (5), 363-370.
- Poulson, D.; Ashby, M. y Richardson, S. (1996). *A practical handbook on user-centred design for Assistive Technology*. Bruselas (Luxemburgo): Userfit.
- Puigcerver, S.; Olasso, J.; González, J.C.; Gámez, J.; Alemany, S.; Medina, E.; Pomar, A. y Unanue, A. (2011). Analysis of foot dorsum pressure patterns in soccer full instep Kick. *Footwear Science*, 1 (3), 128-130.
- Rosa, D.; Alcántara, E.; González, J.C.; Martínez, N.; Comín, M.J.; Vera, P. y Prat, J. (2006). Study of the Loss of Thermal Properties of Mountain Boots in an Expedition to Mount Everest. En E. Moritz y S. Haake (Eds.), *Engineering of Sport 6. Vol 2* (pp. 375-378). Nueva York: Springer.

BIBLIOGRAFÍA

- Sanderson, D.J.; Hennig, E.M.; Black, A.H., (2000). The influence of cadence and power output on force application and in-shoe pressure distribution during cycling by competitive and recreational cyclists. *Journal of Sport Sciences*, 18, 173-181.
- Scrambler, G. (2005). Sport and Society: history, power and culture. Maidenhead: Open University Press.
- Slane, J.; Timmerman, M.; Ploeg, H.L. y Thelen, D. (2011). The influence of glove and hand position on pressure over the ulnar nerve during cycling. *Clinical Biomechanics*, 26 (6), 642-648.
- Soler, C. (2000). Registro dinámico de la distribución de presiones plantares: diseño y desarrollo de un nuevo sistema de medida. Evaluación de su potencial de aplicación clínica e industrial. *Tesis Doctoral*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Soler, S.; Navarro, R. y Brizuela, G. (2001). Análisis biomecánico del juego de Pilota Valenciana: diferencias en la velocidad de salida de la pelota en dos tipos de saque de la modalidad de raspall. En J. Campos, S. Llana y R. Aranda (Eds.), Nuevas Aportaciones al estudio de la actividad física y el deporte Vol II (pp. 305-310). Valencia: Universitat de València.
- Sterzing, T.; Kunde, S.; Scholz, F. y Milani, T. (2007). Soccer shoes reduce foot sensitivity compared to barefoot for external vibration stimuli. *Orthopädie Technik*, 9, 646-655.
- Sterzing, T.; Müller, C.; Wächtler, T. y Milani, T. (2011). Shoe influence on actual and perceived ball handling performance in soccer. *Footwear Science*, 2 (3), 97-105.
- Stewart J.; O'Halloran C.; Harrigan P.; Spencer, J.A.; Barton J.R.; Singleton S.J. (1999). Identifying appropriate tasks for the preregistration year: modified Delphi technique. *British Medical Journal*, 9, 319-224.
- Sutton, R. y Hargadon, A. (1996). Brainstorming Groups in Context: Effectiveness in a Product Design Firm. *Administrative Science Quarterly*, 41.

BIBLIOGRAFIA

- Vilalta, S. (1986). Estudi tipòlogic i catàleg dels trinquets. València: Conselleria de Cultura, Educació i Ciència.
- Wong P.; Chamari K.; Mao D.W.; Wisloff U. y Hong Y. (2007). Higher plantar pressure on the medial side in four soccer-related movements. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 93-100.
- Zhang, S.; Clowers, K.; Kohstall, C. y Yu, Y. (2005). Effects of various midsole densities of basketball shoes on impact attenuation during landing activities. *Journal of Applied Biomechanics*, 21(1), 3-17.

9. ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTA UTILIZADA EN EL ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN

Este cuestionario es de carácter estrictamente CONFIDENCIAL.

Sus datos únicamente se utilizarán como parte de un análisis estadístico con una muestra de población amplia, en ningún caso se hará referencia a los datos de un cuestionario aislado.

1. DATOS PERSONALES

NOMBRE Y APELLIDOS:

Edad: Peso: Estatura: Sexo: 1. Hombre 2. Mujer

2. DATOS DE DEDICACIÓN A LA PILOTA

¿En que CATEGORÍA has jugado durante el último año?

1 Profesional 2 Aficionado

¿Cuántos años hace que practicas Pelota valenciana?

¿Cuántas horas semanales has dedicado durante el último año a practicar Pelota Valenciana?

¿Cuántas horas semanales has dedicado durante el último año a la preparación física para practicar Pelota Valenciana?

¿Cuántas partidas y minutos por partida aproximadamente has jugado a la semana?

Partidas a la semana ____ Minutos por partida ____

¿Qué modalidad practicas habitualmente?

1 Escala i corda 2 Raspall 3 Frontó 4 Otras: ____

Indica la posición en la que habitualmente juegas:

1 Resto 2 Mitjer 3 Punter

¿Qué lateralidad tienes?

1 Zurdo 2 Diestro

ANEXOS

3. DATOS SOBRE LAS PROTECCIONES

PARTES DE LA PROTECCIÓN

¿Utilizas alguna crema antes de colocarte las protecciones? 1 Si 2 No

¿Cuál?:

1 Crema LAVIT (sport-lavit)

2 Otras: __

1ª Capa

Componentes:

1 Esparadrapo. Cuantas capas: __

2 Tesamoll. Cuantas capas: __

3 Cinta de doble cara adhesiva.

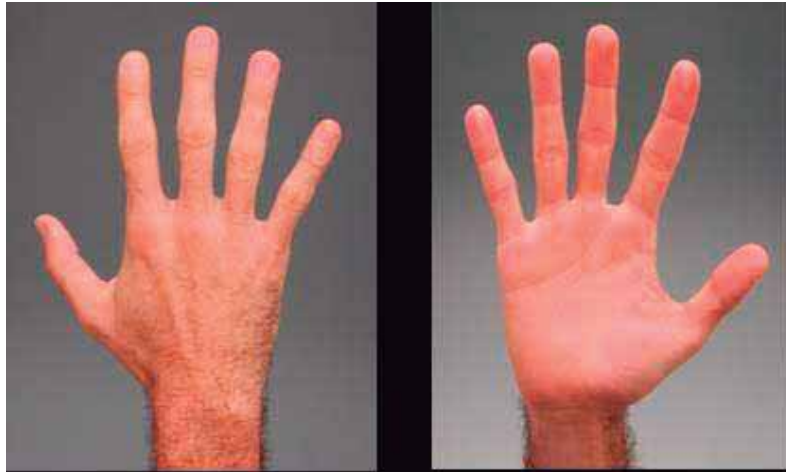
4 Chapas.

5 Cartas. Cuantas capas: __

6 Cartuchos.

7 Otros: __

DIBUJO DE LAS PROTECCIONES



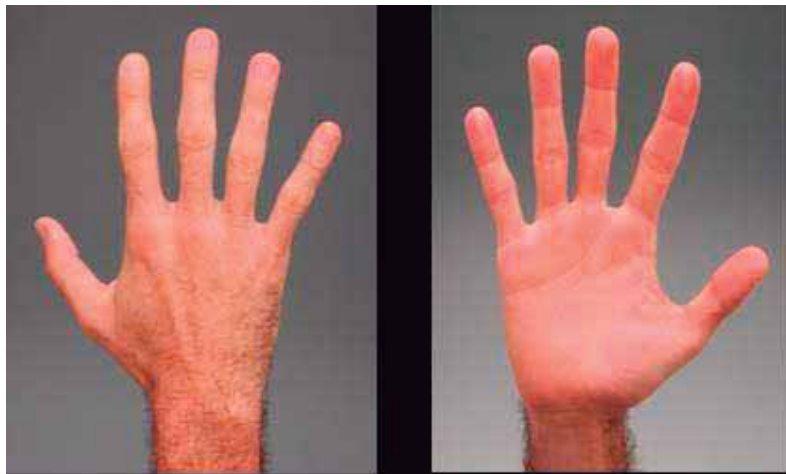
ANEXOS

2ª Capa

Componentes:

- 1 Esparadrapo. Cuantas capas: __
- 2 Tesamoll. Cuantas capas: __
- 3 Cinta de doble cara adhesiva.
- 4 Chapas.
- 5 Cartas. Cuantas capas: __
- 6 Cartuchos.
- 7 Otros: __

DIBUJO DE LAS PROTECCIONES



3ª Capa.

Componentes:

- 1 Esparadrapo. Cuantas capas: __
- 2 Tesamoll. Cuantas capas: __
- 3 Cinta de doble cara adhesiva.
- 4 Chapas.
- 5 Cartas. Cuantas capas: __
- 6 Cartuchos.
- 7 Otros: __

ANEXOS

DIBUJO DE LAS PROTECCIONES



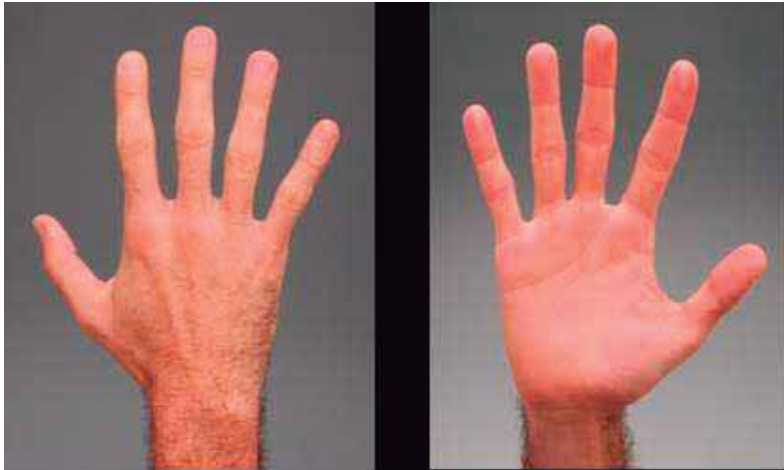
4ª Capa

Componentes:

- 1 Esparadrapo. Cuantas capas: __
- 2 Tesamoll. Cuantas capas: __
- 3 Cinta de doble cara adhesiva.
- 4 Chapas.
- 5 Cartas. Cuantas capas: __
- 6 Cartuchos.
- 7 Otros: __

ANEXOS

DIBUJO DE LAS PROTECCIONES



5ª Capa.

Componentes:

- 1 Esparadrapo. Cuantas capas: __
- 2 Tesamoll. Cuantas capas: __
- 3 Cinta de doble cara adhesiva.
- 4 Chapas.
- 5 Cartas. Cuantas capas: __
- 6 Cartuchos.
- 7 Otros: __

DIBUJO DE LAS PROTECCIONES



En cuanto al material amortiguador (Tesamoll) que utilizas:

- Cuantos tipos de material amortiguador has probado: ____
Si has utilizado varios tipos de material amortiguador indica el motivo que te hizo cambiar de tipo de material amortiguador: ____
- ¿Cuántos tipos de material amortiguador utilizas actualmente? ____
- ¿Cuáles?: _____ y _____
- Estas contento con el tipo de material amortiguador que utilizas. 1 Si 2 No
- Piensas que se podría mejorar el material amortiguador:
2 No ¿Por qué? 1 Sí, se podría mejorar:
- ¿Cómo consideras que deben ser los tacos de material que usas para las protecciones de la mano?
1 Redondos 2 Cuadrados 3 Rectangulares 4 Deberían ser anatómicos
- ¿Qué opinas sobre el grosor de los materiales de protección para la mano?
1 Demasiado gruesos 2 Gruesos 3 Ni grueso ni fino 4 Finos 5 Demasiado finos
- ¿Como te gustaría que fuera?
1 Más grueso 2 Está bien 3 Más fino
- ¿Qué opinas sobre la **amortiguación** de impactos de los materiales que utilizas para protegerte las manos?
1 Demasiado alta 2 Alta 3 Adecuada 4 baja 5 Demasiado baja
- ¿Como te gustaría que fuera?
1 Más amortiguador 2 Está bien 3 Menos amortiguador

ANEXOS

- ¿Qué opinas sobre como **distribuyen las presiones** los materiales de vendaje que utilizas?

1 Muy alta 2 Alta 3 Ni alta ni baja 4 Baja 5 Muy baja

- ¿Como te gustaría que fuera?

1 Mayor distribución 2 Está bien 3 Menor distribución

- ¿Cómo se **adaptan los materiales** de protección que utilizas a tú mano?

1 Muy bien 2 Bien 3 Ni bien, ni mal 4 Mal 5 Muy mal

- ¿Qué opinas sobre la **dureza** (NI RESISTENCIA NI SENSACIÓN DE GOLPEO) de los materiales de amortiguación de la protección que utilizas?

1 Muy duros 2 Duros 3 Ni duros, ni blandos 4 Blandos 5 Muy blandos

- ¿Cómo te gustaría que fuese?

1 Mayor 2 Igual 3 Menor

En cuanto a las chapas que utilizas:

- Cuántos tipos de chapas has probado: ____

- Si has utilizado varios tipos de chapas, indica el motivo que te hizo cambiar de tipo de chapa:

- Cómo consigues las chapas:

1 Las compro. ¿Dónde?:

2 Me las dan. ¿Quién?:

3 Otros:

- Cual es el grosor de las chapas que utilizas. (en mm): ____

- Cómo son de flexibles las chapas que utilizas.

1 Muy flexibles 2 Flexibles 3 Ni flexibles ni rígidas 4 Rígidas 5 Muy rígidas

- Cómo te gustaría que fuesen las chapas que utilizas.

1 Más flexibles 2 igual 3 menos flexibles

- Estas contento con el tipo de chapa que utilizas. 1 Si 2 No

- Piensas que se podría mejorar las chapas que utilizas:

2 No.

1 Sí, se podría mejorar:

En cuanto a la protección en general que utilizas:

- ¿Te parece **pesada** la protección que utiliza?

1 Muy pesado 2 Pesado 3 Normal 4 Ligero 5 Muy ligero

ANEXOS

- ¿Cómo te gustaría que fuese?

1 Más pesada 2 Está bien 3 Menos pesada

- ¿Te **suda** la mano con la protección?

1 Demasiado 2 Mucho 3 Normal 4 Poco 5 Muy poco

- ¿Cómo te gustaría que fuese?

1 Mayor 2 Está bien 3 Menor

- ¿Por dónde te suda más?



- ¿Cómo te gusta que sea el **AJUSTE** final de la protección sobre la mano?

1 Muy suelto 2 Suelto 3 Normal 4 Ajustado 5 Muy ajustado

- ¿Con tus protecciones actuales consigues el ajuste que te gusta?

1 Si 2 No

- ¿Cómo es la **elasticidad** de la protección que utilizas para jugar?

1 Muy elástica 2 Elástica 3 Ni elástica, ni rígida 4 Rígida 5 muy rígida

- ¿Cómo te gustaría que fuese?

1 Mayor 2 Está bien 3 Menor

- ¿Con tus protecciones actuales consigues la elasticidad que te gusta?

1 Si 2 No

Marca en el dibujo con una "X" las ZONAS EN LAS QUE MAYOR DESGASTE SUFREN LAS PROTECCIONES de las protecciones de manos que sueles utilizar:



- Al comprar los utensilios para realizarte las protecciones de las manos, ¿En qué te basas?
 - 1 Experiencia personal
 - 2 Consejo de expertos
 - 3 Consejo compañeros
- ¿Cuánto tiempo tardas en confeccionarte la protección de las manos? _____ minutos.
- ¿Cuánto tiempo tardas en colocarte la protección ya usada en las manos? _____ minutos.
- ¿Cuánto tiempo aproximadamente sueles llevar puestas las protecciones de la mano? _____ minutos.
- Te resulta pesado (engorroso) prepararte las protecciones:
 - 1 Si 2 No
- ¿Compraría un guante para jugar a Pelota si supieras que su comportamiento es igual o mejor al de las protecciones que te realizas habitualmente?
 - 1 Si 2 No
- Cuanto tiempo utilizas la misma protección antes de confeccionártela de nuevo.
_____partidas. _____semanas.
- ¿Utilizas protecciones distintas en competición y en entrenamientos?
 - 1 Si 2 No
- ¿Consideras importante que la protección te proteja del frío?
 - 1 Si 2 No
- ¿Pasas frío con tus protecciones actuales?
 - 1 Si 2 No
- ¿Cómo dirías que son las protecciones que te diseñas en relación al **confort**?
 - 1 Muy cómodas 2 Cómodas 3 Normales (ni cómodas ni incómodas)
 - 4 Incómodas 5 Muy incómodas

- ¿Cómo dirías que afectan las protecciones que te diseñan a tu **rendimiento** en el juego?

1 Lo mejoran mucho 2 Lo mejoran algo 3 Ni lo mejoran ni lo empeoran
4 Lo empeoran algo 5 Lo empeoran mucho

En cuanto a las sensaciones a la hora de golpear.

¿Te gusta sentir la pelota? 1 Mucho 2 Algo 3 Nada

- ¿La protección que utilizas influye en el control?

1 Mucho 2 Algo 3 Nada 4 Algo 5 Mucho

¿Qué aspectos de la protección influyen?:

- ¿Tiene algún otro **comentario** que hacer acerca de las protecciones tradicionales?

ANEXO 2. CONSENTIMIENTO FIRMADO POR LOS PILOTARIS

INSTITUTO
DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA
Universidad Politécnica de Valencia · Edificio 9C
Camino de Vera s/n · E-46022 · Valencia
(ESPAÑA)
Tel. +34 96 387 91 60 · Fax +34 96 387
91 69
ibv@ibv.upv.es · www.ibv.org

Yo, **D./Dña.**.....con
D.N.I......, habiendo recibido información del **proyecto:** “*Estudio de la pilota valenciana*” desarrollado por el Instituto de Biomecánica de Valencia, en el que voy a prestar mi colaboración, realizando “*encuestas de opinión sobre las protecciones de pilota valenciana*”, y habiendo sido suficientemente **informado/a** de los objetivos del proyecto y uso que se le va a dar a la información obtenida.

Comprendo que mi participación es voluntaria, y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento. Por lo que doy libremente mi conformidad para:

SÍ NO

- ☐ ☐ Participar en el presente estudio.
- ☐ ☐ Registrar imágenes de mi participación en el estudio.
- ☐ ☐ Incluir las imágenes obtenidas en publicaciones de ámbito científico.
- ☐ ☐ Incluir los datos personales en un fichero automatizado propiedad del Instituto de Biomecánica de Valencia cuya finalidad es **la localización de personas que colaboren en la realización de estudios desarrollados por el IBV**. Los datos serán tratados conforme establece la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

Fdo:

El participante, tutor o representante legal.

Fdo:

La persona que ha informado.

Valencia, a, de..... de 2011

Podrá consultar, modificar o cancelar sus datos poniéndose en contacto con el personal del Diseño Orientado a las Personas (DOP) a través de los modos de contacto indicados en el encabezamiento.

ANEXO 3. ENCUESTA UTILIZADA EN EL ESTUDIO DE PERCEPCIÓN DE LESIONES Y MOLESTIAS EN LA MANO

Grupo de Biomecánica Deportiva. Sección MTYEQU. CÓDIGO Nº: _____

Este cuestionario es de carácter estrictamente CONFIDENCIAL. Sus datos únicamente se utilizarán como parte de un análisis estadístico con una muestra de población amplia, en ningún caso se hará referencia a los datos de un cuestionario aislado.

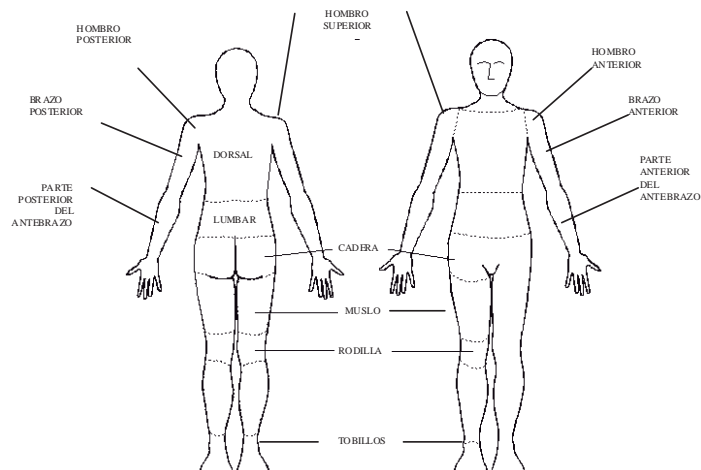
1. DATOS PERSONALES

- NOMBRE Y APELLIDOS _____
- Edad: _____ Peso: _____ Estatura: _____ Sexo: ☐ Hombre ☐ Mujer
- ¿En que CATEGORÍA has jugado durante el último año?
☐ Profesional ☐ Aficionado
- ¿Cuántos años hace que practicas Pelota valenciana? ____
- ¿Cuántas horas semanales has dedicado durante el último año a practicar Pelota Valenciana? ____
- ¿Cuántas horas semanales has dedicado durante el último año a la preparación física para practicar Pelota Valenciana? ____
- ¿Cuántas partidas y minutos por partida aproximadamente has jugado a la semana?
Partidas a la semana _____ Minutos por partida _____
- ¿Qué modalidad practicas habitualmente?
☐ Escala i corda ☐ Raspall ☐ Frontó ☐ Otras: _____
- Indica la posición en la que habitualmente juegas:
☐ Resto ☐ Mitjer ☐ Punter

2. DATOS EPIDEMIOLÓGICOS

- En la actualidad durante el entrenamiento o la competición te duele o tienes molestias en alguna parte del cuerpo: ☐ Si ☐ No

En caso afirmativo. SEÑALA EN QUÉ PARTES DEL CUERPO NOTAS LAS MOLESTIAS.



En cuanto a los dolores que notas:

LESIÓN 1

- Lugar de la dolencia o molestia: _____
- Nombre de la dolencia o molestia si la tuviese: _____
- CUANDO NOTAS LA MOLESTIA (puedes marcar más de una):
 - ☐ Solo en competición.
 - ☐ En competición y entrenamiento, durante toda la temporada.
 - ☐ En competición y entrenamiento, al principio de la temporada.
 - ☐ En competición y entrenamiento, al final de la temporada.
 - ☐ Siempre, incluso cuando no juego.
- Si existe molestia, LA INTENSIDAD DEL DOLOR ES:
 - ☐ Leve.
 - ☐ Molesta, pero se puede aguantar.
 - ☐ Muy molesta, pero practico deporte igualmente.
 - ☐ Excesivamente molesta, tengo que dejar de practicar deporte.

ANEXOS

LESIÓN 2

- Lugar de la dolencia o molestia: _____
- Nombre de la dolencia o molestia si la tuviese: _____
- CUANDO NOTAS LA MOLESTIA (puedes marcar más de una):
 - ☐ Solo en competición.
 - ☐ En competición y entrenamiento, durante toda la temporada.
 - ☐ En competición y entrenamiento, al principio de la temporada.
 - ☐ En competición y entrenamientos, al final de la temporada.
 - ☐ Siempre, incluso cuando no juego.
- Si existe molestia, LA INTENSIDAD DEL DOLOR ES:
 - ☐ Leve.
 - ☐ Molesta, pero se puede aguantar.
 - ☐ Muy molesta, pero practico deporte igualmente.
 - ☐ Excesivamente molesta, tengo que dejar de practicar deporte.

LESIÓN 3

- Lugar de la dolencia o molestia: _____
- Nombre de la dolencia o molestia si la tuviese: _____
- CUANDO NOTAS LA MOLESTIA (puedes marcar más de una):
 - ☐ Sólo en competición.
 - ☐ En competición y entrenamientos durante toda la temporada.
 - ☐ En competición y entrenamientos al principio de la temporada.
 - ☐ En competición y entrenamientos al final de la temporada.
 - ☐ Siempre, incluso cuando no juego.
- Si existe molestia, LA INTENSIDAD DEL DOLOR ES:
 - ☐ Leve.
 - ☐ Molesta, pero se puede aguantar.
 - ☐ Muy molesta, pero practico deporte igualmente.
 - ☐ Excesivamente molesta, tengo que dejar de practicar deporte.

LESIÓN 4

- Lugar de la dolencia o molestia: _____
- Nombre de la dolencia o molestia si la tuviese: _____
- CUANDO NOTAS LA MOLESTIA (puedes marcar más de una):
 - ☐ Sólo en competición.
 - ☐ En competición y entrenamientos durante toda la temporada.
 - ☐ En competición y entrenamientos al principio de la temporada.
 - ☐ En competición y entrenamientos al final de la temporada.
 - ☐ Siempre, incluso cuando no juego.

ANEXOS

- Si existe molestia, LA INTENSIDAD DEL DOLOR ES:
 - ☐ Leve.
 - ☐ Molesta, pero se puede aguantar.
 - ☐ Muy molesta, pero practico deporte igualmente.
 - ☐ Excesivamente molesta, tengo que dejar de practicar deporte.

LESIÓN 5

- Lugar de la dolencia o molestia: _____
- Nombre de la dolencia o molestia si la tuviese: _____
- CUANDO NOTAS LA MOLESTIA (puedes marcar más de una):
 - ☐ Sólo en competición.
 - ☐ En competición y entrenamientos durante toda la temporada.
 - ☐ En competición y entrenamientos al principio de la temporada.
 - ☐ En competición y entrenamientos al final de la temporada.
 - ☐ Siempre, incluso cuando no juego.
- Si existe molestia, LA INTENSIDAD DEL DOLOR ES:
 - ☐ Leve.
 - ☐ Molesta, pero se puede aguantar.
 - ☐ Muy molesta, pero practico deporte igualmente.
 - ☐ Excesivamente molesta, tengo que dejar de practicar deporte.

- De estas lesiones, SON ACTUALES:

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐

- TIEMPO LESIONADO (Impedir jugar):

☐ 1..... ☐ 2..... ☐ 3..... ☐ 4..... ☐ 5..... ☐

ANEXO 4. CÁLCULOS PARA DETERMINAR LAS CONDICIONES DE ENSAYO DEL *DROP TEST*

Para establecer las condiciones del *drop test* se emplearon los cálculos que aparecen a continuación.

VARIABLES CONOCIDAS RELACIONADAS CON EL JUEGO

VARIABLE	VALOR
PESO DE LA PELOTA (m_p)	45 g
VELOCIDAD DE LA PELOTA ANTES DEL IMPACTO (C)	80 km/h (22.2 m/s)
ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD (g)	9.81 m/s ²

INCOGNITAS PARA DESARROLLAR EL ENSAYO MECÁNICO

ALTURA DE CAIDA DE LA MASA (h)
PESO DE LA MASA (m)

Se parte de la Ley de la Conservación de la Energía

$$\frac{1}{2} m_p \cdot c^2 = mgh$$

$$\frac{1}{2} 0.045 \times 22.2^2 = 9.81 mh$$

$$mh = 1.10$$

Como solución, de las múltiples posibles, se obtiene que la **altura de caída debe ser de 0.44 m** y el útil de ensayo que debe impactar con el material debe tener una **masa de 2.5 kg**.

ANEXO 5. MATERIALES ANALIZADOS CON EL *DROP TEST*

DESCRIPCIÓN
2 capas de Poron 94 de 2.4 mm
2 capas de Poron 4000 de 1.6 mm
Tercolite DOR- PJ-20 (muestra de color azul)
Pelite Medio
Multiform
Compuesto de dos capas 1ª de resina y 2ª de EVA.
Flexocork
Texon DM 344/2
Goma EVA 2.8 mm
Goma EVA 2 mm
Catane Light 3 mm
Tesamol duro
Tesamol Blando
Resina de refuerzo
Goma EVA de analco color amarillo 3.5 mm

ANEXO 6. FICHA DE REGISTRO DEL ENSAYO BIOMECÁNICO

Nombre del jugador:

Fecha:

Posición:

Hora:

Talla del guante:

Temperatura:

Golpeos	GUANTE	ACIERTO	ERROR	METROS
1	PRECISIÓN			
	DISTANCIA			
2	PRECISIÓN			
	DISTANCIA			
3	PRECISIÓN			
	DISTANCIA			
4	PRECISIÓN			
	DISTANCIA			
5	PRECISIÓN			
	DISTANCIA			
Golpeos	PROTECCIÓN TRADICIONAL	ACIERTO	ERROR	METROS
1	PRECISIÓN			
	DISTANCIA			
2	PRECISIÓN			
	DISTANCIA			
3	PRECISIÓN			
	DISTANCIA			
4	PRECISIÓN			
	DISTANCIA			
5	PRECISIÓN			
	DISTANCIA			

ANEXO 7- ENCUESTA DEL GUANTE DE PROTECCIÓN

Nombre del jugador: Posición de juego:	Talla del guante: XL, L, S	Negativo		R		Positivo			OBSERVACIONES
		1	2	3	3	4	4	5	
1. El guante es fácil de poner.									
2. El guante ofrece un tacto adecuado para el golpeo de pelota.									
3. El guante ofrece una buena movilidad en la flexión de la mano.									
4. El guante genera poco sudor en la mano.									
5. El guante se adhiere a la mano de forma adecuada.									
6. El cierre del velcro® en la muñeca es adecuado.									
7. Las costuras del guante son cómodas, no causan molestias.									
8. Los tacos de material tienen un tamaño adecuado.									
9. Los tacos de material tienen un grosor adecuado.									
10. El guante ofrece una buena movilidad en la flexión de los dedos.									
11. La falange distal se ajusta bien a los dedos.									
12. El dorso del guante transpira bien.									
13. El guante ofrece una buena protección.									
14. Me gusta el dorso del guante.									
15. La talla del guante es la adecuada para mi mano.									
16. La distribución de los tacos en dedos y mano es buena.									
17. Me gusta el color del guante.									
18. El guante ofrece una buena sensibilidad de la pelota durante el golpeo.									
19. La distribución del material en la mano es adecuada.									
20. El guante es cómodo .									
21. El guante es fácil de quitar.									