

Índice

Introducción	25
1.1. Auge del deporte en España: la carrera a pie.....	25
1.1.1. Razones para correr.....	27
1.1.2. Beneficios de la práctica de la carrera a pie	28
1.2. Patología del corredor de fondo	29
1.2.1. Epidemiología de lesiones en corredores de fondo.....	29
1.2.2. Factores de riesgo	31
1.2.3. Nuevo enfoque de los factores de riesgo.....	33
1.3. Biomecánica de la carrera	36
1.3.1. Estilos de carrera: talonador y no talonador.....	39
1.3.2. Variables biomecánicas: relación con las lesiones.....	40
1.3.3. Nivel y exposición de carga	44
1.4. La fatiga en corredores de fondo	46
1.4.1. Efecto de la fatiga en el patrón de carrera.....	48
1.4.2. Carga de entrenamiento	51

1.5.	La valoración biomecánica en el deporte	55
1.5.1.	Instrumentación biomecánica en deporte	57
1.5.2.	Nuevas tecnologías en el deporte	67
1.5.3.	Análisis de datos funcionales	72
1.6.	Conclusiones. Problema a resolver	73
Hipótesis, objetivos		75
2.1.	Planteamiento de hipótesis	75
2.2.	Objetivos.....	76
Material y métodos.....		79
3.1.	Plan de trabajo	79
3.2.	Cinemática del miembro inferior a partir del movimiento del pie.....	82
3.2.1.	Medios experimentales.....	83
3.2.2.	Protocolo de medida.....	85
3.2.3.	Selección de la muestra de ensayo	86
3.2.4.	Modelo biomecánico	87
3.2.5.	Cálculo y procesado de las curvas de movimiento.....	89
3.2.6.	Modelo de regresión de mínimos cuadrados parciales.....	91
3.3.	Puesta a punto y valoración del sistema de medida.....	93
3.3.1.	Descripción del sensor inercial integrado en el calzado.....	93
3.3.2.	Procedimiento para el cálculo de ángulos	95
3.3.3.	Procedimiento de validación del cálculo de ángulos.....	96
3.3.4.	Estudio de las propiedades mecánicas del calzado instrumentado.....	97
3.4.	Fase experimental.....	102
3.4.1.	Medios experimentales.....	102
3.4.2.	Selección muestra de ensayo: fase experimental.....	104
3.4.3.	Protocolos de medida fase experimental	105
3.5.	Análisis de las curvas de movimiento	107
3.5.1.	Tratamiento de las curvas de movimiento	107
3.5.2.	Estudio de fiabilidad.....	109
3.5.3.	Análisis funcional de componentes principales	110

3.5.4.	Selección y representación gráfica de las componentes principales ..	112
3.5.5.	Estudio de las diferencias biomecánicas en función de la fatiga	112
3.6.	Modelización de la evolución de la fatiga	113
3.6.1.	Selección de las variables discriminantes	114
3.6.2.	Obtención del modelo	114
3.6.3.	Estudio de la relación del modelo con la escala de Borg	115
Resultados y discusión		117
4.1.	Relaciones articulares del miembro inferior	117
4.1.1.	Muestra de estudio	118
4.1.2.	Curvas de movimiento del miembro inferior	118
4.1.3.	Resultados del modelo PLS	120
4.2.	Validez del sistema de medida	123
4.2.1.	Validación del cálculo del ángulo	123
4.2.2.	Propiedades mecánicas del calzado instrumentado	125
4.2.3.	Resultados del estudio de fiabilidad	129
4.3.	Patrones de movimiento	131
4.3.1.	Descripción de la muestra de ensayo	131
4.3.2.	Análisis funcional de componentes principales	132
4.4.	Diferencias biomecánicas en función del estado de la fatiga	137
4.4.1.	Percepción del esfuerzo y ritmo cardíaco	138
4.4.2.	Velocidad y tiempos de zancada	140
4.4.3.	Puntuaciones de las componentes principales	142
4.5.	Modelo para la estimación de la fatiga	146
4.5.1.	Resumen de las funciones canónicas discriminantes	146
4.5.2.	Relación con la escala de Borg	149
4.6.	Análisis de las hipótesis planteadas	149
4.7.	Limitaciones del estudio	152

Conclusiones	153
5.1. Conclusiones.....	153
5.2. Líneas futuras de trabajo.....	154
Referencias.....	155
Anexos.....	179
Publicaciones, congresos y patentes relacionadas con la tesis	181
Hoja de consentimiento informado	183
Resolución del comité de ética.....	185