

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALENCIA

“San Vicente Mártir”

**PROPUESTA DE PREVENCIÓN DE LESIONES EN
TRIATLÓN POR SEGMENTO**

Trabajo de Fin de Grado en CC de la Actividad Física y el Deporte

Presentado por:

D. GUILLEM ALBERT BENAVENT

Tutorizado por:

D. DIDAC NAVARRO MARTINEZ

Torrent, a 25 de Mayo de 2020

INDICE

INDICE.....	3
INDICE DE FIGURAS	5
INDICE DE TABLAS.....	9
1. RESUMEN.....	11
2. INTRODUCCIÓN.....	13
3. COMPETENCIAS.....	15
3.1 COMPETENCIAS GENERALES	15
3.2 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	15
4. CRONOGRAMA	17
5. MARCO TEORICO	19
5.1 CONTEXTUALIZACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN DEL TRIATLÓN	19
5.1.1 ERGOGÉNESIS DEL DEPORTE.....	21
5.2 ANATOMÍA DEL TRIATLETA	24
5.2.1 COMPOSICIÓN MORFOLÓGICA Y ANTROPOMÉTRICA DEL TRIATLETA	24
5.2.2 IMPORTANCIA DEL SEGMENTO SOMÁTICO CENTRAL EN TRIATLÓN	26
5.2.3 GRUPOS MUSCULARES ESPECÍFICOS IMPLICADOS EN LA NATACIÓN	30
5.2.4 GRUPOS MUSCULARES ESPECÍFICOS IMPLICADOS EN EL CICLISMO	37
5.2.5 GRUPOS MUSCULARES ESPECÍFICOS IMPLICADOS EN CARRERA A PIE	42
5.3 GENERALIDADES DE LAS LESIONES DEPORTIVAS	46
5.3.1 TIPOLOGÍA	46
5.3.2 POSIBLES CAUSANTES Y FACTORES DE RIESGO.....	47
5.4 LESIONES DEPORTIVAS EN TRIATLÓN	49
5.4.1 LESIONES RECURRENTE EN NATACIÓN Y SUS FACTORES DE RIESGO	49
5.4.2 LESIONES RECURRENTE EN CICLISMO Y SUS FACTORES DE RIESGO	55
5.4.3 LESIONES RECURRENTE EN CARRERA A PIE Y SUS FACTORES DE RIESGO	62
5.4.4 IMPORTANCIA DE LA PREVENCIÓN DE LESIONES EN TRIATLÓN	68
6. OBJETIVOS DEL TFG.....	71
6.1 OBJETIVOS GENERALES	71
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	71
7. PROPUESTA DE PREVENCIÓN DE LESIONES EN TRIATLÓN	73
7.1 SEGMENTO DE NATACIÓN.....	73

7.1.1	CALENTAMIENTO.....	73
7.1.2	ENTRENAMIENTO.....	76
7.1.3	POST-ENTRENAMIENTO.....	83
7.2	SEGMENTO DE CICLISMO.....	84
7.2.1	CALENTAMIENTO.....	84
7.2.2	ENTRENAMIENTO.....	86
7.2.3	POST-ENTRENAMIENTO.....	90
7.3	SEGMENTO DE CARRERA A PIE.....	91
7.3.1	CALENTAMIENTO.....	91
7.3.2	ENTRENAMIENTO.....	93
7.3.3	POST-ENTRENAMIENTO.....	97
8.	JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	99
9.	CONCLUSIÓN.....	103
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	105

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cronograma	17
Figura 2. Metabolismo energético durante la prueba de triatlón. (Migliorini, 2020)	21
Figura 3. Somatocarta del triatleta. (Daries Alfonso, 2019).....	26
Figura 4. Región de la musculatura del segmento somático central. (S. López, 2018)	27
Figura 5. Recto abdominal, transverso abdominal (arriba), oblicuo interno, oblicuo externo (abajo). (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020)	27
Figura 6. Estructura ósea de la pelvis. (Cintura pélvica humana, 2020).....	28
Figura 7. Erectores de la columna. (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020)	28
Figura 8. Músculos dorsales del segmento somático central. Erectores de la columna vertebral. (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020)	28
Figura 9. Contribución del core en la actividad física. (Wirth et al. 2017).....	29
Figura 10. Romboides mayor, romboides menor. (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020)	31
Figura 11. Trapecio superior, trapecio medio, trapecio inferior. (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020)	31
Figura 12. Serrato anterior. (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020).....	32
Figura 13. Redondo menor, pectoral. (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020)..	32
Figura 14. Pectoral mayor (izquierda) Dorsal ancho (derecha). (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020)	33
Figura 15. Bíceps braquial (izquierda) Tríceps braquial (derecha). (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020)	33
Figura 16. Flexor cubital del carpo (izquierda) Extensor cubital del carpo (derecha). (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020)	33
Figura 17. Deltoides posterior (izquierda) Deltoides medio (derecha). (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020).....	34
Figura 18. Supraespinoso. (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020).....	34
Figura 19. Deltoides anterior (izquierda). Manguito rotador (derecha). (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020).....	35
Figura 20. Recto femoral (arriba-izquierda) Tensor de la fascia lata (arriba-derecha) Psoas mayor (debajo-izquierda) Psoas menor (debajo-derecha). (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020)	36
Figura 21. Semitendinoso (arriba-izquierda) Semimembranoso (arriba-derecha) Bíceps femoral (abajo- izquierda) Glúteo mayor (abajo-derecha). (Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform, 2020)	37
Figura 22. Fases del pedaleo. (So et al., 2005).....	38
Figura 23. Pedaleo 90°. Recto femoral, lateral (arriba), medial, tibial anterior, glúteo mayor, y bíceps femoral (abajo). (So et al., 2005). Monasterio (2016) & Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform (2020).....	39
Figura 24. Pedaleo 55° activación glúteo mayor. (So et al., 2005).....	39
Figura 25. 107° con respecto TDC activación del gastrocnemio, que sigue su actividad en la fase de recuperación. So et al. (2005) & Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform (2020)	40
Figura 26. 55° con respecto BDC. Contribución de isquiosurales (semimembranoso, semitendinoso y bíceps femoral) y gastrocnemio. So et al. (2005) & Complete Anatomy advanced 3D anatomy platform (2020).....	41
Figura 27. 90° con respecto BPC. Cese actividad gastrocnemio. (So et al., 2005).....	41
Figura 28. 55° para completar el ciclo. Activación del tibial anterior y flexión dorsal tobillo. (So et al., 2005)	41
Figura 29. Secuencia de la carrera a pie. (Climent, 2011)	42
Figura 30. Actividad muscular durante la carrera a ritmos altos y en las distintas fases. (Heikki et al., 2005)	42

Figura 31. Fases de la marcha y zancada en carrera. (Ballabriga et al., 2004).....	43
Figura 32. Activación vasto lateral. La línea vertical discontinua significa el primer contacto en el suelo o fase de frenado. (Heikki et al., 2005)	44
Figura 33. Activación recto femoral. (Heikki et al., 2005)	44
Figura 34. Activación del bíceps femoral. (Heikki et al., 2005).....	45
Figura 35. Activación del gastrocnemio. (Heikki et al., 2005).....	45
Figura 36. 2ª Fase de recuperación, vista frontal y vista lateral. (Carbajal, 2010)	50
Figura 37. Compresión y rotura del tendón del supraespinoso. (Vaquero, 2020)	51
Figura 38. Anatomía del hombro. (Vaquero, 2020).....	52
Figura 39. Bursitis subacromial. (Bursitis subacromial, 2013)	52
Figura 40. Fases con riesgo de lesión en el crol. (Pink & Tibone, 2000).....	53
Figura 41. Tendón porción larga del bíceps (Izquierda) y su tendinitis (derecha). Junquera (2013) y Jurnet (2016).....	53
Figura 42. Test de Hawkins. (Valadie et al., 2000)	54
Figura 43. Anatomía de la rodilla (izquierda). Rodilla con condromalacia patelar (derecha). (Vicetto, 2008)	56
Figura 44. Cintilla iliotibial (González, 2016)	59
Figura 45. Compresión del nervio cubital. Neuropatía cubital. (Síndrome del manillar o neuropatía del cubital, 2017).....	60
Figura 46. Presión del pie sobre la cala puede causar metatarsalgia. («LOCOS DEL CYCLING», 2014)	61
Figura 47. Presión del sillín hacia la zona perineal.(«Consejos para cuidar en el ciclismo el suelo pélvico en el hombre», 2015)	61
Figura 48. Bursitis trocantérea. (Bursitis trocantérica, 2019).....	62
Figura 49. Fascitis plantar (Alfaro, 2018).....	64
Figura 50. Tendinitis Aquilea. (Tendinitis Aquilea, 2015)	65
Figura 51. Periostitis tibial. (Schmidt, 2017)	65
Figura 52. Desplazamiento del sesamoideo y su intervención médica. (Campillo & Zabala, 2003)....	66
Figura 53. Fractura por estrés en la tibia. (Mayers, 2015)	67
Figura 54. Efecto de los isquiosurales acortados sobre la espalda. (Medspine, 2015)	68
Figura 55. Repercusión de los isquiosurales acortados en ejercicios donde implique movilidad de cadera. («Cuida los isquiotibiales si tienes dolor lumbar.», 2018)	68
Figura 56. Liberación miofascial. (Le Gal et al., 2018).....	74
Figura 57. Cat camel. (Aly et al., 2017).....	74
Figura 58. Plancha isométrica frontal y lateral. (Clark & Lucett, 2011).....	74
Figura 59. Isometría en Body-Blade.(Cho et al., 2018).....	74
Figura 60. Aducción, abducción, Rot. Interna-externa, flexión-extensión de hombro con therabands. (Караганова, 2015).....	74
Figura 61. "Military press". (Pink & Tibone, 2000)	77
Figura 62. Remo horizontal a una mano. (Pink & Tibone, 2000).....	77
Figura 63. "Push-ups". (Pink & Tibone, 2000)	77
Figura 64. "Upper extremity ergometer". (Pink & Tibone, 2000).....	77
Figura 65. a) Plancha con rodillas apoyadas. b) plancha rodillas apoyadas y levantamiento alterno de brazos. c) Plancha rodillas apoyadas con levantamiento alterno de piernas. (Iizuka et al., 2016)	79
Figura 66. "The swim hand plank". (Bradley et al., 2019).....	80
Figura 67. "Step and rotate with marching arms". (Bradley et al., 2019)	80
Figura 68. "Overhead squat sequence". (Bradley et al., 2019).....	80
Figura 69. "Prone over a stability ball". (Bradley et al., 2019)	80
Figura 70. "Rotación glenohumeral externa". (Bradley et al., 2019).....	82
Figura 71. "Rotación glenohumeral interna". (Bradley et al., 2019)	82
Figura 72. Estiramiento del pectoral. (Pink & Tibone, 2000).	83
Figura 73. Foam rolling. (Clark & Lucett, 2011)	85
Figura 74. "Press pared". (O'Sullivan et al., 2013)	85
Figura 75. Isometría-excéntricos en cadera. (Clark & Lucett, 2011).....	85

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Figura 76. Isometría-excéntrico en gastrocnemio. (Clark & Lucett, 2011).....	85
Figura 77. Movimiento de cadera. (Clark & Lucett, 2011).....	85
Figura 78. "Superman kneeling". (Boix, 2018).....	87
Figura 79. "Nordic hamstrings". (Arnet, 2017).....	87
Figura 80. "Pendulum". (Reverse Pendulum Exercise (Including Medicine Ball Twister Variation), 2019).....	87
Figura 81. "Walking lunges". («Dynamic Stretching Exercises for Injury Prevention», 2015).....	87
Figura 82. "Static bench + Hip extension". («Runner's Six-Pack», 2015).....	87
Figura 83. "Lateral balance stance". (Tejasvi, 2016).....	87
Figura 84. "Swiss-ball straight arm crunch". (Sekendiz et al., 2010).....	89
Figura 85. "Swiss-ball back extension". (Sekendiz et al., 2010).....	89
Figura 86. "Swiss-ball hamstring curl". (Sekendiz et al., 2010).....	89
Figura 87. "Swiss-ball wall squat". (Sekendiz et al., 2010).....	89
Figura 88. "Cradle Walk". (Brooks & Cressey, 2013).....	90
Figura 89. "Spiderman lunge". (Brooks & Cressey, 2013).....	90
Figura 90. "Walk over hurdles". («Lennie Waite's Top Steeplechase Drills», 2015).....	92
Figura 91. "Overhead squat". (Sugar, 2017).....	92
Figura 92. "Band resisted walk". (Masters, 2019).....	92
Figura 93. "Single leg romanian deadlift". (Eunice, 2014).....	92
Figura 94. "Bosu balance". (Kovar, 2016).....	92
Figura 95. "Split squat". (Edwards, 2015).....	92
Figura 96. "Pogo-jumps" (Kuzma, 2017). "Mini zig-zag hops". (AmrithaPrem, 2018). "A-Skips". (Fraiooli, 2015).....	94
Figura 97. "Calf press hold". (Harris, 2019).....	94
Figura 98. "Bent leg calf rise". («Exercise of the Day», 2012).....	94
Figura 99. "Single leg bridge". (Kuzma, 2017).....	94
Figura 100. "Single leg prone hold". (Horschig, 2017).....	94
Figura 101. "Side plank". (Kuzma, 2017).....	94
Figura 102. "Abdominal crunch on a stability ball". (Schletter, 2014).....	96
Figura 103. "Back extension on a stability ball". (Stability Ball Back Extension, 2007).....	96
Figura 104. "Supine opposite 1-arm/1-leg raise". («4 Dead Bug Variations to Next Level Core Training», 2017).....	96
Figura 105. "Hip raise on a stability ball". («The Swiss-Ball Workout for Strong Glutes and Powerful Legs», 2018).....	96
Figura 106. "Russian twist on a stability ball". (How to Do Russian Twist on a Swiss Ball Womens Bodybuilding Tips, 2019).....	96

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Modalidades del triatlón reconocidas por la ITU.	20
Tabla 2. Importancia ordenada de las capacidades físicas en triatlón.	24
Tabla 3. Factores de riesgo y causantes de lesiones en la práctica del ciclismo.	57
Tabla 4. Continuación tabla 3.	58
Tabla 5. Calentamiento musculatura de natación.	74
Tabla 6. Ejercicios en progresión centrados en la musculatura que contribuye en la natación.	77
Tabla 7. Ejercitación del core en natación.	79
Tabla 8. Ejercicios que involucran la cadena cinética relacionada con el crol. Nivel 1 (arriba) Nivel 2 (abajo).	80
Tabla 9. Ejercicios que fortalecen específicamente el manguito rotador.	82
Tabla 10. Vuelta a la calma sesión de natación.	83
Tabla 11. Calentamiento sesión ciclismo.	85
Tabla 12. Ejercicios para prevenir asimetrías cadera-rodilla.	87
Tabla 13. Ejercicios de inestabilidad para la propiocepción de la rodilla.	89
Tabla 14. Vuelta a la calma sesión ciclismo.	90
Tabla 15. Calentamiento carrera a pie.	92
Tabla 16. Acondicionamiento específico en carrera a pie.	94
Tabla 17. Fortalecimiento de core en carrera a pie.	96
Tabla 18. Post-entrenamiento carrera a pie.	97

1. RESUMEN

El deporte del triatlón está creciendo significativamente, así pues son cada vez más sus practicantes e igualmente las demandas de preparación física para que se realicen los entrenamientos de forma óptima y segura, garantizando también la prevención y tratamiento de lesiones recurrentes que puedan aparecer. Ya que el triatlón es un deporte que contiene 3 modalidades: Natación, ciclismo y carrera a pie, requiere la participación de muchas cadenas musculares que participan durante el esfuerzo de manera alternada o combinada, por lo tanto, la probabilidad de que las lesiones aparezcan en diferentes zonas del cuerpo, tanto en miembro superior como inferior son mayores durante los entrenamientos o competiciones. Dicho esto, el trabajo elaborado permite ofrecer al deportista una guía de conocimientos sobre qué musculatura está ejerciendo y contribuyendo en la práctica de cada modalidad, para que el mismo triatleta, en el caso de que esté lesionado, sea más consciente de identificar su dolor o patología mientras realiza uno de los deportes mencionados, y en consecuencia que el mismo pueda ubicar de manera más correcta el daño y conocer que posible lesión está interviniendo en su temporada, relacionando los causantes de la misma y los factores de riesgo que debe tener en cuenta. De esta manera, el trabajo permite al deportista la elección de posibles ejercicios que puedan favorecer en la recuperación o fortalecimiento, ya que se ofrecen sesiones de entrenamiento enfocadas a la prevención para ejercitarse según sea su contexto.

Palabras clave: Triatlón, fortalecimiento, prevención, lesiones, musculatura, natación, ciclismo, carrera.

2. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo elaborado en relación al triatlón y a la prevención de lesiones¹, se ha realizado una revisión bibliográfica que trata de dar a conocer lo que hemos encontrado en la literatura científica al respecto, con el fin de minimizar lesiones recurrentes dentro de cada modalidad o segmento que conforman este deporte. En la parte final se incluye una propuesta práctica en la cual se proponen sesiones recomendables de acondicionamiento muscular con ejercicios útiles y funcionales que pueden ser trabajables de manera independiente.

Primeramente se introduce el marco teórico donde se contextualiza el triatlón, así como su descripción y una breve reseña histórica, entonces se pone en énfasis consideraciones importantes a la hora de realizar la práctica de la actividad física en cuestión mediante una ergogénesis, con la aclaración de los factores fisiológicos predominantes en este deporte y sus condicionantes. Así mismo, el marco teórico incluye apartados a destacar como los principales grupos musculares implicados con la práctica del triatlón, es decir, centrándose en los tres segmentos, natación, ciclismo y carrera, así pues se comenta la anatomía del triatleta dando hincapié en su estructura morfológica. Posteriormente se introduce la temática de las lesiones deportivas, explicando su conceptualización general, se describe también la tipología de las lesiones deportivas y se explican las causas que las provocan y los factores de riesgo. Siguiendo con las lesiones deportivas, se incide en las frecuentes que aparecen en la práctica del triatlón, centrándose en las tres modalidades por separado, presentando las posibles causas que las provocan y posibles factores de riesgo que existen, para así seguir y determinar la importancia que tiene la prevención en cada deporte que conforma el triatlón. Seguidamente se abordan los objetivos principales que se persiguen y se esperan cumplir durante la realización del trabajo.

Al finalizar, se realiza y se justifica en base a la literatura una propuesta de fortalecimiento muscular y prevención, proponiendo ejercicios de calentamiento, parte principal y post-entrenamiento/competición.

¹ Normas de presentación del trabajo fin de grado: El trabajo tendrá una extensión entre 9.000 y 24.000 palabras, sin contar bibliografía ni anexos (de 30 a 60 páginas).
El trabajo contiene 21.255 palabras y 106 páginas, sin bibliografía.
Bibliografía incluida 23.993 palabras y 119 páginas.

3. COMPETENCIAS

3.1 COMPETENCIAS GENERALES

1- CG1.- Comprender la literatura científica en lengua inglesa y en otras lenguas de presencia significativa en el ámbito científico mediante una correcta gestión de la información.

2- CG2.- Saber aplicar las tecnologías de la información y comunicación (TIC).

3- CG4.- Transmitir cualquier información relacionada adecuadamente tanto por escrito como oralmente.

4- CG7.- Ser capaz de realizar razonamientos críticos utilizando los conocimientos adquiridos.

5- CG10.- Desarrollar competencias para la adaptación a nuevas situaciones y para el aprendizaje autónomo.

6- CG13.- Ser capaz de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica.

7- CG14.- Utilizar internet adecuadamente como medio de comunicación y como fuente de información.

8- CG15.- Transmitir los conocimientos adquiridos tanto a personas especializadas en la materia como a personas no especializadas en el tema en cuestión.

3.2 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

1- CE20.- Conocer y comprender el objeto de estudio de las CC de la Actividad Física y del Deporte.

2- CE21.- Adquirir la formación científica básica aplicada a la actividad física y al deporte en sus diferentes manifestaciones y comprender la literatura científica del ámbito de la actividad física y el deporte en lengua inglesa y en otras lenguas de presencia significativa en el ámbito científico mediante una correcta gestión de la información.

3- CE22.- Conocer y comprender los factores fisiológicos y biomecánicos que condicionan la práctica de la actividad física y el deporte.

4- CE24.- Conocer y comprender los efectos de la práctica del ejercicio físico sobre la estructura y función del cuerpo humano.

5- CE26.- Conocer y comprender los fundamentos, estructuras y funciones de las habilidades y patrones de la motricidad humana.

6- CE27.- Conocer y comprender la estructura y función de las diferentes manifestaciones de la motricidad humana.

7- CE30.- Promover y evaluar la formación de hábitos perdurables y autónomos de práctica de la actividad física y del deporte.

8- CE34.- Identificar los riesgos que se derivan para la salud, de la práctica de actividades físicas inadecuadas.

9- CE37.- Seleccionar y saber utilizar el material y equipamiento deportivo, adecuado para cada tipo de actividad.

10- CE37.- Seleccionar y saber utilizar el material y equipamiento deportivo, adecuado para cada tipo de actividad.

5. MARCO TEORICO

A continuación se aborda el marco teórico donde se incluye información sobre la temática a tratar, de esta manera crear una base de conceptos y luego proseguir con los apartados más específicos.

5.1 CONTEXTUALIZACIÓN Y CONCEPTUALIZACIÓN DEL TRIATLÓN

Con respecto al origen y a la breve reseña histórica del Triatlón se han encontrado las siguientes evidencias.

En primer lugar, según Ballesteros (1987) citado por López & Alonso (2003) es un deporte en el cual se realiza de forma combinada la natación, el ciclismo y la carrera a pie en este mismo orden. Es relativamente moderno ya que defienden que nace a finales de los años 70, en la isla de Hawaii, basado en la idea original de los marines, los cuales proponen un reto donde se realiza de forma seguida las tres pruebas más exigentes de la isla que son: la “Waikiki Rough Water Swim” donde se nada 3’8 km a mar abierto, la “Aroud the Island Bike Race”, prueba ciclista de 180 km y finalizar con el “Honolulu Marathon”, 42’195 km a pie. A partir de este plan, en 1978 se desarrolla la primera prueba reconocida como triatlón y nace la prueba “Ironman”.

Por otra parte Migliorini (2020) defiende que este deporte aparece a principios de los años 70, en el club San Diego Track Club, con el fin de crear un entrenamiento alternativo al de atletismo en pista. Pero aquí las distancias eran diferentes con respecto al caso anterior, lo que también ocurre en el orden de las modalidades deportivas, siendo al principio 10 km de carrera, seguido de 8 km de ciclismo y finalizando con 500 metros de natación.

Posteriormente, Ehrler (1994), citado por López & Alonso (2003) afirma que años más tarde llega a Europa, aumentando su aceptación por los deportistas, donde en Alemania se realizan las primeras competiciones, que posteriormente aparece en España el año 1984, en Guadalajara, año en el que se crea la “European Triathlon Union”, aclara Migliorini (2020). De esta manera y de su creciente popularidad, el triatlón capta la atención del COI durante las olimpiadas de los Ángeles en 1984 y de su presidente en este periodo, Sr. Juan Antonio

Samaranch, que junto con Les McDonald crean una institución federativa que englobe al Triatlón, entonces se crea la “International Triathlon Union (ITU)”, como Les Mc Donald de presidente. El año siguiente se realiza el primer mundial de Triatlón en Avignon, donde se crea la ITU. Luego, el COI en 1991 reconoce la ITU como la federación de Triatlón de referencia. Tres años más tarde, en París, el COI se reúne y deliberan incluir al Triatlón dentro del programa olímpico en Sidney 2000, entonces se establece la distancia olímpica: Natación 1’5km, ciclismo 40km y carrera a pie 10km (Phelps, 2006). Pero también existen diferentes modalidades en este deporte, reconocidas por la ITU, afirma López & Alonso (2003) y que se plasman en la tabla 1.

Tabla 1.

Modalidades del triatlón reconocidas por la ITU.

DISTANCIAS			
	NATACIÓN	CICLISMO	CARRERA A PIE
MODALIDADES	SPRINT	750m	20km 5km
	OLÍMPICA	1500m	40km 10km
	MEDIA DISTÁNCA	2000m	80km 20km
	LARGA DISTÁNCA	3800m	180km 42’195km
	TRIATLÓN DE INVIERNO	Se substituye por esquí de fondo	

Nota: Fuente: López & Alonso (2003)

Por otra parte, López & Alonso (2003) aclara que en este deporte destacan las transiciones de un deporte o segmento a otro. Dichas transiciones se llevan a cabo en el Boxes, donde se encuentra el material para el cambio de disciplina, se cronometra igualmente, es decir, cuando se finaliza la natación, el atleta entra a su Boxes y se coloca el material de ciclismo para seguir y completar el ciclismo, y el cronómetro no para. Posteriormente se cambia a carrera a pie siguiendo el procedimiento, preparándose el material de carrera. Al final se refleja el tiempo empleado en las transiciones y segmentos deportivos conjuntamente en la clasificación general.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

5.1.1 ERGOGÉNESIS DEL DEPORTE

En este apartado se exponen las demandas fisiológicas del Triatlón, los sistemas energéticos que actúan durante la práctica de este deporte y condicionantes con respecto al consumo de energía.

Primeramente, Migliorini (2020) comenta que las demandas energéticas proceden principalmente del metabolismo aeróbico, independientemente de las modalidades que conforman el triatlón. Entonces, puesto que se realizan actividades de resistencia prolongadas, existe una distribución y contribución encadenada de diferentes sistemas energéticos, los cuales se muestran en la figura 1.

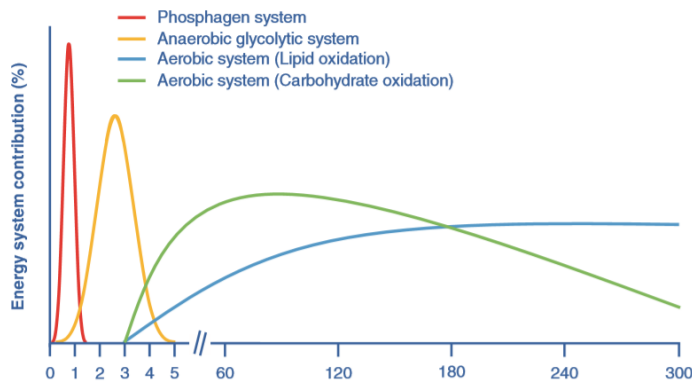


Figura 2. Metabolismo energético durante la prueba de triatlón. (Migliorini, 2020)

Migliorini (2020) afirma que un buen acondicionamiento anaeróbico también importa en el triatlón. Al comenzar los diferentes segmentos deportivos después de cada transición, se realizan impulsos que exigen altos requerimientos de contracción muscular y se exige una rápida demanda energética para reanudar la actividad física de manera intensa. Dicho esto, el entrenamiento de alta intensidad y explosividad ayuda a cumplir este requerimiento ya que es importante para tener buen rendimiento en triatlón y, entonces, Dorado & García (2014) menciona a Huonker et al. (1996), el cual afirma que durante el triatlón olímpico, los triatletas mantienen más tiempo en valores superiores del umbral anaeróbico con respecto a deportistas que compiten en un segmento.

Por otra parte Migliorini (2020) destaca el “drafting” , como un factor destacable en el triatlón que condiciona el desgaste de los sistemas energéticos, pues puede llegar a reducir el coste energético del deportista. El “drafting” se da más comúnmente en el ciclismo. Consiste en mantenerse detrás del que precede, cubriéndose de la resistencia frontal del viento, dado el caso, puede reducir el consumo de oxígeno en el triatleta cubierto, disminuyendo su consumición energética, que se reduce aún más si se encuentra dentro de un grupo, como resultado de una cobertura mayor de la resistencia aérea. Así pues se ha demostrado que el rendimiento posterior en carrera a pie mejora ya que se dispone de más energía que si la competición fuera “no drafting”, donde el triatleta tiene prohibida dicha acción. El mismo caso ocurre en la natación. Si el nadador se encuentra detrás de otro, la velocidad con la que puede nadar el de detrás aumenta. También permite reducir su coste de energía porque se reduce la resistencia frontal, siendo aprovechable en los siguientes segmentos.

Migliorini (2020) comenta que la combinación de las tres disciplinas da lugar a un perfil fisiológico diferente que si se hacen por separado y en diferentes días, es decir, el esfuerzo del triatleta aumenta en el segmento siguiente del ya realizado, como por ejemplo, el lactato sanguíneo aumenta y la frecuencia ventilatoria al haber recorrido cierta distancia a pie después del ciclismo. Entonces se habla de estrategia de carrera en este deporte, pues el atleta puede reducir su esfuerzo en un segmento y de esta manera aprovechar el siguiente.

Respecto los factores externos, Migliorini (2020) afirma que afectan al rendimiento, ellos son: la naturaleza de las aguas abiertas (oleaje o corrientes de agua), el viento que afecta sobre todo al ciclismo y carrera a pie y el desnivel del terreno . Igualmente Hidalgo (2003) añade: la temperatura del agua, la cual si es inferior o sobrepasa los 20°C permite el uso o no del neopreno respectivamente y en cuanto a su uso, se aprecia que se aumenta la velocidad de nado hasta un 5%, puesto que la fuerza de arrastre provocada por el triatleta es menor como consecuencia de incrementar la fuerza de sustentación por las características del neopreno, también cuanto más densa es el agua más posibilidades de desplazarse rápido a través de ella, la temperatura ambiental y humedad. Todos ellos se pueden estudiar y luego establecer estrategias de carrera aclara Migliorini (2020).

A continuación, Angelo et al. (2003) defienden que, según la modalidad de triatlón, los sistemas energéticos varían en cuanto a importancia, pero igualmente el consumo máximo de oxígeno es remarcable, siendo los atletas con más VO_{2max} los más beneficiados en triatlón.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Dicho esto, Holly et al. (1986), Kohrt et al. (1987) y O`Toole et al. (1987) citados por Dorado & García (2014) afirman que en los principios del triatlón, el VO₂máx de los triatletas hombres se encuentran en torno a 70ml/kg/min y en mujeres en 60ml/kg/min, menor que los deportistas de élite practicantes de segmentos del triatlón por separado. Posteriormente los estudios avanzaron y tal como defienden González-Parra et al. (2013); Hue et al. (2000); Millet et al. (2009); Schabort et al. (2000) la metodología de entrenamiento en triatlón también evoluciona. Entonces en la actualidad el VO₂máx en triatletas élite, es de unos 80ml/kg/min en hombres y 70ml/kg/min en mujeres, similar a deportistas de alto rendimiento que compiten en segmentos del triatlón por separado.

En relación a la concentración de lactato, Cejuela et al. (2007) aclaran que la media de lactato tras la llegada a meta de un triatlón olímpico se sitúa en torno al 7'2 mMol/l. Seguidamente analizan las concentraciones por segmento. En primer lugar toman la muestra al triatleta después de la simulación de salida en natación, realizando 200 metros, donde se evidencia una alta concentración de lactato a consecuencia de la alta intensidad del nado, unos 14 mMol/l, sin embargo la cantidad de lactato vuelve a elevarse en este segmento, ya que existen cambios de dirección dependiendo del circuito, y asimismo aceleraciones. Posteriormente, tras el cambio hacia el ciclismo también se recogen elevadas cantidades de lactato como consecuencia de la intensidad que el triatleta efectúa para coger un grupo de ciclistas tras salir de la primera transición, y de la misma manera que el segmento anterior, dependiendo circuito, aparecer cambios de ritmo y por lo tanto variaciones en el lactato. Es por eso que al iniciar la carrera a pie, el triatleta arrastra la fatiga de la natación y ciclismo, de ahí que el tramo de carrera lo realiza con elevadas concentraciones de lactato. Entonces los autores enmarcan el máximo lactato sostenido (MLS) como la capacidad de mantener elevados los niveles de lactato rindiendo a alta intensidad, sin producir cambios bruscos del mismo, es por eso que en este deporte es determinante la capacidad láctica, producción y/o aclaramiento de esta sustancia durante el evento, lo cual también marca la diferencia en el rendimiento.

Millet et al. (2009) enmarcan la frecuencia cardiaca (FC). Existen pequeñas diferencias con respecto a los ciclistas y corredores. Los autores afirman que como consecuencia del cambio de posición y activación de distintos grupos musculares por el cambio de modalidad, la FC varía a lo largo de la prueba. Más detalladamente, los autores Van Schuylenbergh et al. (2004) observan que en el ciclismo, la FC máxima se encuentra en torno a los 190 latidos/minuto y en

carrera 200 latidos/minuto, entonces aclaran que habría una variación de aproximadamente 10 latidos/minuto del cambio de disciplina.

Para finalizar la ergogénesis, se muestra en la tabla 2 diferentes capacidades físicas establecidas en un orden porcentual con respecto a la contribución e importancia que ofrecen en el rendimiento del triatlón.

Tabla 2.

Importancia ordenada de las capacidades físicas en triatlón.

CAPACIDADES FÍSICAS	IMPORTANCIA (%)
Capacidad Aeróbica	30
VO2Máx y Potencia Aeróbica	25
Capacidad Anaeróbica Láctica	10
Velocidad o Capacidad Anaeróbica Aláctica	10
Fuerza	10
Técnica/Eficiencia/Economía de Carrera	10
Rango Óptimo de Movimiento	5

Nota: Fuente: Elaboración propia

5.2 ANATOMÍA DEL TRIATLETA

En este apartado se muestra la relevancia a nivel deportivo de la composición corporal de los triatletas, incidiendo en medidas antropométricas y grupos musculares principales que actúan en las modalidades que del triatlón por separado.

5.2.1 COMPOSICIÓN MORFOLÓGICA Y ANTROPOMÉTRICA DEL TRIATLETA

Para tener un buen rendimiento en triatlón, de la bibliografía encontrada se desprende que es recomendable que el deportista reúna los siguientes requisitos antropométricos, todos ellos desarrollados de manera óptima en el deportista son ayudan a la hora de realizar la prueba.

En primer lugar, Angelo et al. (2003) afirma que la altura es importante en el triatleta, siendo la media de unos 179 cm. Es relevante porque una altura adecuada en este deporte permite una longitud adecuada de las extremidades, lo cual posibilita tener mejor técnica en

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

ciertos tramos de la prueba, ya que existe mayor brazo de palanca. Este hecho puede darse en natación, ya que un triatleta con brazos largos le permite abarcar y arrastrar más agua y como consecuencia avanzar más que un triatleta con segmentos corporales más reducidos. También podemos ver este ejemplo en la técnica de carrera, por tener mayor rango de movimiento en las zancadas, avanzando más distancia.

Seguidamente, el mismo autor comenta que el peso es un factor a considerar en este deporte y afirma que los triatletas tienen de media un peso en torno a 68'58 kg, dando importancia al peso muscular por la consideración de la potencia en este deporte en diferentes situaciones explosivas y reduciendo la grasa, que resulta un lastre para el deportista. En la natación, optimizar el peso del triatleta y de la misma manera, la superficie frontal y masa corporal a mover resulta ventajoso a la hora de reducir la resistencia de avance. Igualmente en ciclismo y carrera. Además, tener un peso ideal para practicar triatlón hace que el centro de gravedad del cuerpo no baje excesivamente durante la carrera a pie, lo cual provoca un avance más eficaz y eficiente, dando ligereza en los segmentos corporales para que la economía de carrera se vea beneficiada por un menor gasto energético. También un elevado porcentaje de grasa hace que la temperatura corporal interna se eleve, ya que el tejido adiposo interrumpe la transpirabilidad teniendo efecto aislador térmico que afecta a la circulación sanguínea, la cual acude al mismo tiempo al tejido cutáneo para equilibrar la temperatura, entonces se evidencia una falta de oxígeno en los músculos y el rendimiento aeróbico decae.

Lo dicho hasta aquí, el triatleta ideal tiene un porcentaje de grasa bajo, variando entre el 6% y 11% y se subraya que hay un equilibrio entre el somatotipo mesomorfo y ectomorfo en estos deportistas, destacando el mesomorfo y dejando en último lugar el aspecto endomorfo, lo cual ha demostrado que se obtienen mejores resultados en las competiciones con este somatotipo, según se afirma en la tesis de Daries Alfonso (2019).

En la figura 2 se puede apreciar la somatocarta ideal para un triatleta.

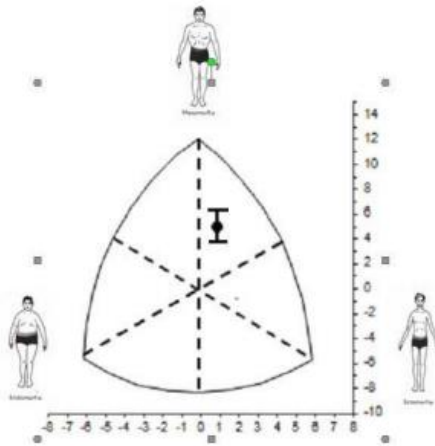


Figura 3. Somatocarta del triatleta. (Daries Alfonso, 2019)

Viendo la figura anterior, los autores mencionan que los triatletas élite cuentan con niveles elevados de mesomorfismo, ya que el porcentaje y la calidad muscular es importante a la hora de rendir en momentos de potencia y explosividad, como tal se ha comentado anteriormente. Es por eso que un buen acondicionamiento físico, enfocado al desarrollo adaptado y correcto del musculo hacia el triatlón combinado con ejercicios preventivos es importante para asegurar una correcta trayectoria deportiva o minimizar la aparición de lesiones.

5.2.2 IMPORTANCIA DEL SEGMENTO SOMÁTICO CENTRAL EN TRIATLÓN

A modo de introducción a las estructuras musculares y extremidades que participan en cada segmento del triatlón, se resalta la importancia que tiene la parte central del cuerpo con relación a la biomecánica, esta parte central es conocida como el segmento somático central o core.

Los autores Klion & Jacobson (2014) indican que el segmento somático central se ubica en la región de la cadera, pelvis, zona lumbar de la columna, la pared abdominal en conjunto y el diafragma. Afirman que el correcto acondicionamiento de dicha región corporal asegura una óptima base que soporte la biomecánica, ofreciendo estabilidad y transmisión de potencia hacia las extremidades. Además promueve la prevención de lesiones, ayudando a la resistencia a la fatiga, porque ayuda a mantener una correcta postura, reduciendo la sobrecarga producida en cierta articulación o músculo por descompensaciones.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.



Figura 4. Región de la musculatura del segmento somático central. (S. López, 2018)



Figura 5. Recto abdominal, transverso abdominal (arriba), oblicuo interno, oblicuo externo (abajo). (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)

En relación al complejo lumbopélvico, Klion & Jacobson (2014) afirman que está compuesto por un sistema pasivo de huesos y ligamentos que sirven de soporte para la musculatura lumbar, pelvis y la estructura coxofemoral. Por otro lado, el sistema activo del segmento somático central está formado por extensores de la columna y abdominales, musculatura del suelo pélvico y cintura pélvica. Se pretende que trabajen coordinadamente para conformar una pared sólida al realizar las actividades físicas, garantizando una postura erguida y estable.

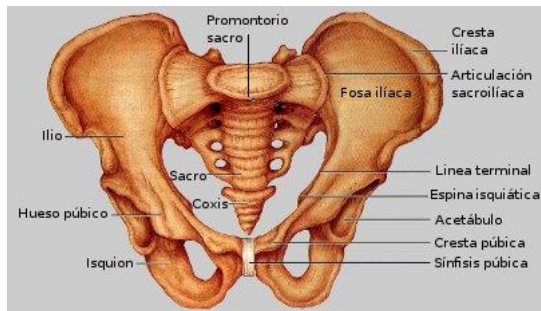


Figura 6. Estructura ósea de la pelvis. (Cintura pélvica humana, 2020)

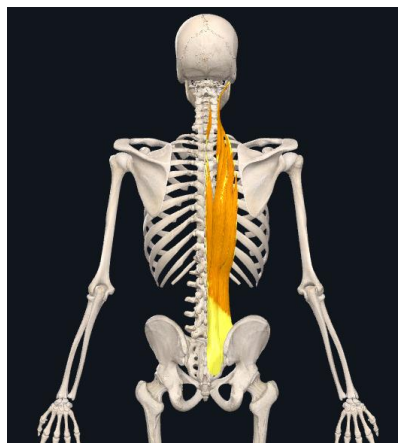


Figura 7. Erectores de la columna. (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)

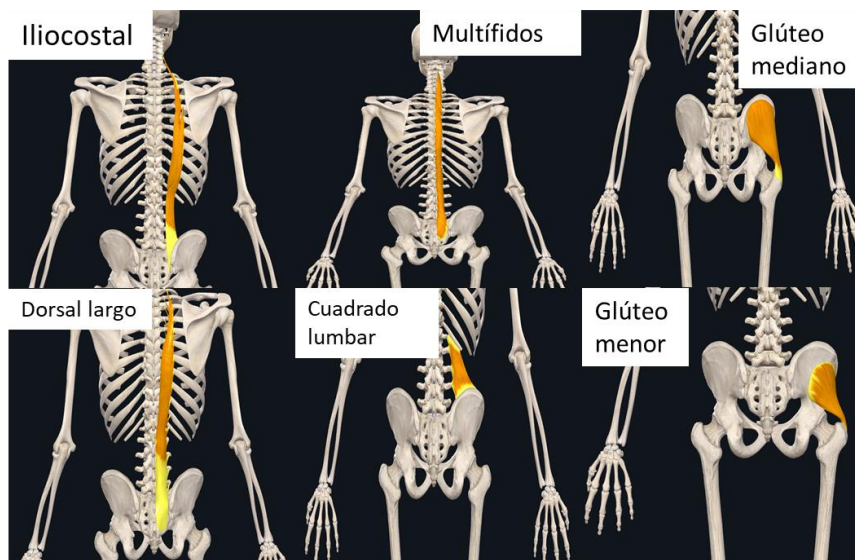


Figura 8. Músculos dorsales del segmento somático central. Erectores de la columna vertebral. (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)

Además Klion & Jacobson (2014) mencionan los reflejos neurológicos del tronco para que se activen las estructuras en cuestión. Para ello se cumple un proceso de coordinación neuromuscular que permite la anticipación de acciones físicas y ofrecer equilibrio postural

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

mientras nos movemos. Dicha coordinación debe desarrollarse a partir del cerebro y medula espinal, enviarse hasta la región central del cuerpo y producir de la contracción de los elementos activos e igualmente activar los pasivos. Esta contracción asociada puede llegar a ser automática mediante el entrenamiento, sin embargo, es diferente y específica según el deporte practicado.

Llegados aquí, se resalta el término de cadena cinética, la cual se refiere a la propagación de fuerza a través de un gran grupo muscular que permite de un movimiento específico, por lo tanto se enmarca el párrafo anterior en cuanto al entrenamiento de la coordinación neuromuscular para que esto ocurra de manera eficaz.

Dejando claro el concepto de cadena cinética, Klion & Jacobson (2014) explican que toda fuerza provocada por las extremidades pasan inicialmente por el segmento somático central, que sirve como un anclaje en referencia a las extremidades y por lo tanto genera un soporte determinante en las acciones físicas.

Entonces, el autor Wirth et al. (2017) dividen la estabilidad del segmento somático central en 2 partes: a) la masa muscular del deportista con potencial contráctil y b) el sistema nervioso central que activa y da función coordinada a la masa muscular en la actividad física que se realice, con el fin de que la cadena cinética se desarrolle.

Wirth et al. (2017) explican esquemáticamente el funcionamiento del core tras su entrenamiento, y el efecto automático que transfiere en la actividad física.

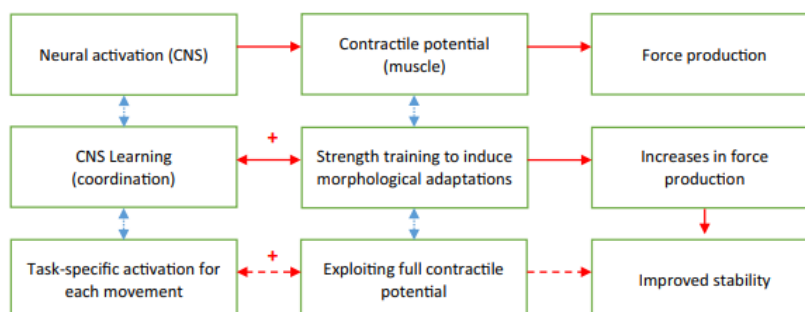


Figura 9. Contribución del core en la actividad física. (Wirth et al. 2017)

Los autores inciden en el ámbito de las lesiones y dolencias en deportistas e introduce el dolor lumbar al realizar deporte como consecuencia del debilitamiento o inhibición del core.

5.2.3 GRUPOS MUSCULARES ESPECÍFICOS IMPLICADOS EN LA NATACIÓN

A continuación se analizan los grupos musculares que permiten llevar a cabo la técnica de nado conocida como “crol”, que se utiliza en las pruebas de triatlón en el segmento de natación. Así pues, comentamos el posicionamiento del cuerpo para comprender la aplicabilidad del musculo durante cada fase del “crol”.

Con respecto al “crol”, Aguilera & Enero (2015) lo dividen en 4 fases, las cuales conllevan la activación de unos músculos u otros dependiendo de la postura corporal.

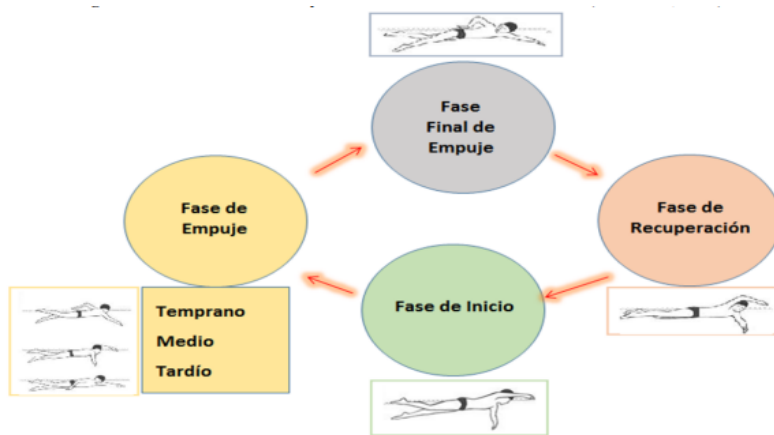


Figura 4. Fases del "crol". (Aguilera & Enero 2015)

Para comenzar, la articulación del hombro cobra importancia a la hora de realizar el nado, entonces Leyes & Forriol (2012) señalan el “Manguito rotador”, formado por un conjunto de tejidos pasivos y activos que conceden un rango de movimiento donde se permite colocar la mano en cualquier punto del espacio en referencia al cuerpo.

Los autores separan la formación de “Manguito rotador” en:

- Huesos: Húmero, clavícula y escápula.
- Articulaciones: Esterno-clavicular, acromio-clavicular, gleno-humeral.
- Espacio sub-acromial.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

- Músculos y sus correspondientes tendones: Supra-espinoso, infra-espinoso, redondo-menor (rotadores externos) y subscapular (rotador interno). Con origen en la escápula e inserción en troquín y troquíter del húmero.

En relación a la contribución muscular en la primera fase del “crol”, entrada de la mano al agua, existe necesidad de fijar y estabilizar la zona superior escapular, ya que el brazo se coloca delante y perpendicular con respecto a la cabeza, según Spigelman (2009) mencionado por Aguilera & Enero (2015). Entonces Heinlein & Cosgarea (2010) señalan el romboidees para la estabilización escapular e igualmente, el trapecio superior y el serrato anterior mueven la escapula hacia arriba dejando libre la cabeza del húmero. Entonces señala Martens et al. (2015) la contribución del redondo menor con el pectoral para fijar el húmero.



Figura 10. Romboidees mayor, romboidees menor. (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)

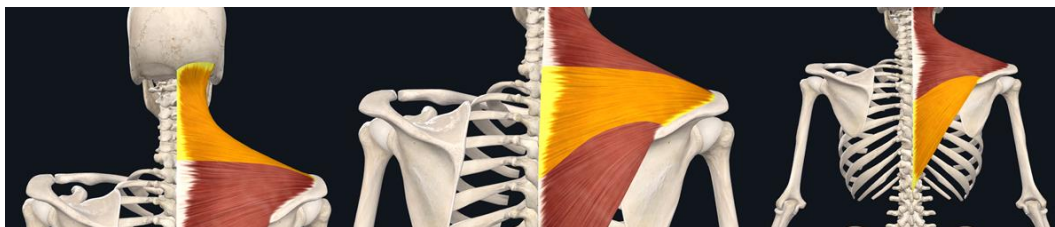


Figura 11. Trapecio superior, trapecio medio, trapecio inferior. (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)



Figura 12. Serrato anterior. (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)

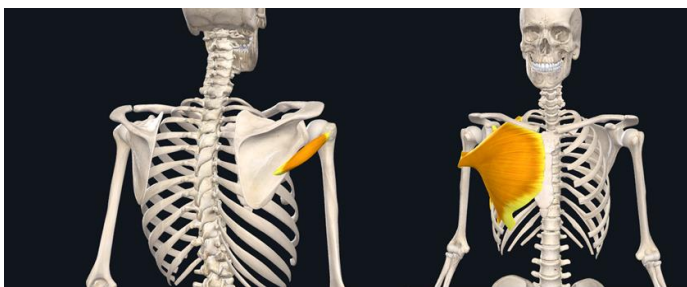


Figura 13. Redondo menor, pectoral. (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)

Por lo que se refiere a la segunda fase, o “fase de empuje”, existen 3 subdivisiones: Empuje temprano, medio y tardío. En cada una de ellas existe una mayor activación de músculos que llevan a estabilizar u optimizar la técnica en cada momento.

Con respecto el empuje temprano, se produce la mayor fuerza durante el nado, afirma Formosa et al. (2010). En el ámbito mecánico, se observa como el brazo se mueve hacia abajo con el mantenimiento del codo elevado, próximo a la superficie del agua, paralelamente el hombro realiza una rotación interna, aducción y ligera extensión. En esta fase, el cuerpo en posición prono rota sobre el eje longitudinal, la mano y el antebrazo se mueven de lateral a medial. Esta cinemática permite el movimiento hacia delante a través del agua, y es llevada a cabo a partir de la fuerza de los rotadores de hombro, el mantenimiento del codo elevado y la musculatura dorsal (Krishnan et al., 2004).

Una vez establecida la posición corporal en la fase de empuje temprano, tal y como defiende Krishnan et al. (2004) se observan los músculos que permiten llevarlo a cabo. En primer lugar hay una relevancia del pectoral mayor, redondo menor y dorsal ancho para permitir la aducción, extensión del brazo y su rotación interna. Por otra parte, Lauer et al. (2013) afirma que se

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

produce la co-activación del bíceps y tríceps braquial para mantener elevado el codo y estabilizarlo próximo a la superficie del agua, de esta manera la resistencia frontal disminuye. Seguidamente Caty et al. (2007) añade la activación del flexor cubital del carpo y extensor del carpo y finalmente, la muñeca se estabiliza y se fija durante el recorrido subacuático por la contribución de los músculos de la mano y antebrazo.

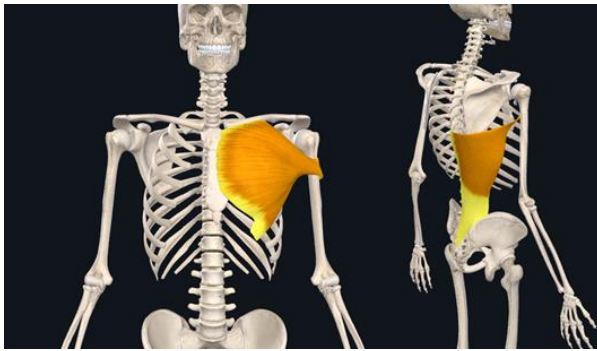


Figura 14. Pectoral mayor (izquierda) Dorsal ancho (derecha). (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)



Figura 15. Bíceps braquial (izquierda) Tríceps braquial (derecha). (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)

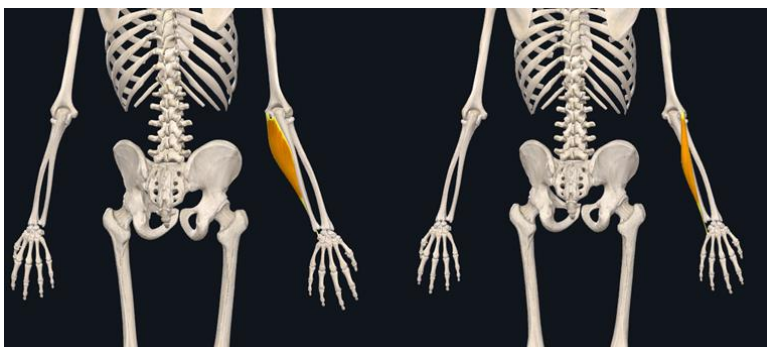


Figura 16. Flexor cubital del carpo (izquierda) Extensor cubital del carpo (derecha). (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)

La fase de empuje medio se caracteriza por la posición del antebrazo dirigida hacia abajo y da paso al empuje tardío. Llegados aquí, el pectoral mayor, serrato anterior y dorsal ancho son los activados y responsables de producir el movimiento hacia delante (Heinlein & Cosgarea, 2010).

Para finalizar, entra en participación el empuje tardío, que según Krishnan et al., (2004) comienza desde el empuje medio, es decir con el hombro en flexión de aproximadamente 90° hasta que la mano comienza a salir del proceso subacuático, cuando inicia el ciclo de recuperación. En esta fase, Heinlein & Cosgarea (2010) sujetan que se acciona el dorsal ancho para que el mantenimiento de la extensión del brazo se lleve a cabo, asimismo ayuda la zona subscapular para realizar una rotación interna de humero. Sin embargo, la responsabilidad de hacer posible el proceso que implica llegar hacia la posición de empuje final, en la cual implica extensión y abducción del húmero, decae sobre el deltoides posterior y medio, más el supraespinoso de forma secuencial



Figura 17. Deltoides posterior (izquierda) Deltoides medio (derecha). (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)



Figura 18. Supraespinoso. (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Asimismo, el romboides toma el control en la retracción escapular para la preparación de la fase de recuperación, donde el codo se eleva para salir del agua, el brazo se extiende y se abduce acompañado de una rotación interna. Este proceso de recuperación implica de manera secuencial la estimulación del deltoides posterior para extender el brazo, luego el deltoides medio para provocar la abducción y el deltoides anterior hace flexionar el hombro para comenzar el ciclo de nado. Por otro lado Lauer et al. (2013) encuentran que se co-activa el bíceps y tríceps braquial para dominar el movimiento de la mano antes de la entrada al agua, durante la recuperación, Durante todo el proceso de recuperación, el deltoides y el grupo muscular que del manguito rotador asumen la estabilización de escápula y humero, e igualmente la colocación del brazo en todas las fases.



Figura 19. Deltoides anterior (izquierda). Manguito rotador (derecha). (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)

Luego Pink & Tibone (2000) destacan que, al igual que el manguito rotador, la función del serrato anterior y subescapular es fundamental en el ritmo escapular y su posicionamiento en las fases. Por lo tanto, un debilitamiento y la fatiga en estas regiones corporales afecta a la fluidez del nado.

Por otra parte, Aguilera & Enero (2015) incluyen la importancia del miembro inferior, el cual asume un papel determinante durante las fases anteriores. Aquí las piernas realizan el llamado “batido de piernas” y la función de esta técnica es asegurar que la posición del cuerpo se mantenga en equilibrio horizontal, sin que se hunda para disminuir la resistencia frontal, añadiendo también un extra de propulsión.

En el “batido de piernas” se dividen 2 fases, ascendente y descendente, acción que recae principalmente sobre la cadera.

Por lo que se refiere a la fase descendente, la cadera realiza flexión y rotación interna. Aquí se encuentra la contribución del recto femoral para extender la rodilla y tensor de la fascia lata junto al psoas para llevar a cabo la rotación interna de cadera, este conjunto de movimiento se asemeja al latigazo, manteniendo flexión plantar del tobillo que actúa como una aleta.

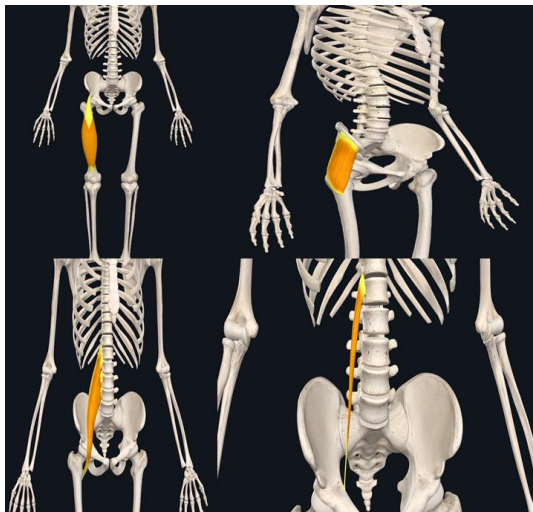


Figura 20. Recto femoral (arriba-izquierda) Tensor de la fascia lata (arriba-derecha) Psoas mayor (debajo-izquierda) Psoas menor (debajo-derecha). (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)

En cuanto a la fase ascendente, se realiza extensión de cadera, entonces los músculos que intervienen en el acto son los isquiosurales y el glúteo mayor.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

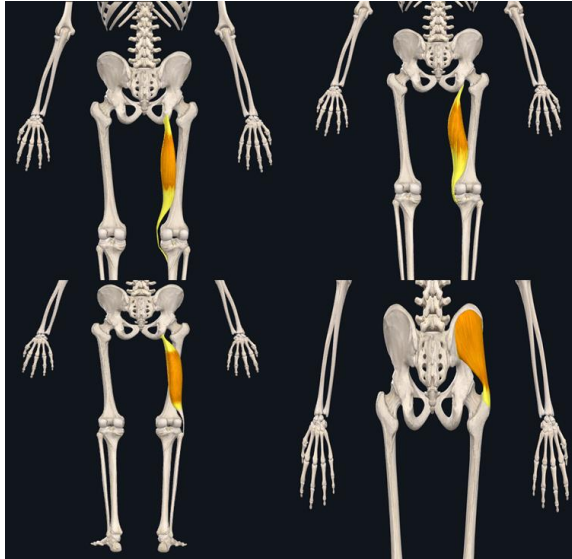


Figura 21. Semitendinoso (arriba-izquierda) Semimembranoso (arriba-derecha) Bíceps femoral (abajo-izquierda) Glúteo mayor (abajo-derecha). (Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform, 2020)

Otro aspecto a destacar son los músculos del segmento somático central, que tienen importancia para garantizar un correcto flujo biomecánico. Mediante la contracción coordinada de los componentes del CORE, Klion & Jacobson (2014) concluyen que durante los ciclos subacuáticos de la tracción, sirve como un anclaje estable para el dorsal ancho, la musculatura del hombro y brazos, ayudando de esta manera a que la técnica sea fluida y eficaz, lo mismo ocurre con el miembro inferior al realizar el batido de piernas. Además, mediante la contracción coordinada de los componentes del core, Johnson et al. (2003) observan que proporcionan una ayuda importante durante la biomecánica, ya que los músculos del core permiten la rotación del tronco o “rolido” sin que se desestabilice y con esto afirma que se previenen lesiones recurrentes y, de manera paralela, este movimiento ayuda a minimizar la resistencia frontal que provoca el agua, aumentando la velocidad de nado. Para realizar el “rolido”, el triatleta debe girar sobre su eje longitudinal unos 45° de manera bilateral, es decir, se aconseja la respiración en ambos lados durante los ciclos de nado, ya que así se evitan descompensaciones musculares.

5.2.4 GRUPOS MUSCULARES ESPECÍFICOS IMPLICADOS EN EL CICLISMO

En este apartado se presentan los grupos musculares que contribuyen al pedaleo del triatleta. Así pues se dividen las fases y posteriormente los músculos activados en cada una de ellas.

En primer lugar, el autor So et al. (2005) separa las fases del pedaleo en 3 estaciones:

1. La fase de propulsión (Propulsive/Power Phase) – potencia – movimiento descendente de la pierna.
2. La fase de tracción (Pulling/Recovery Phase) – recuperación – movimiento ascendente de la pierna.
3. La fase de empuje (Pushing Phase) donde el pie realiza el primer impulso hacia delante en el punto muerto superior (TDC)

Vistas las diferentes fases, en la siguiente imagen se detallan cada una de ellas durante un pedaleo normal.

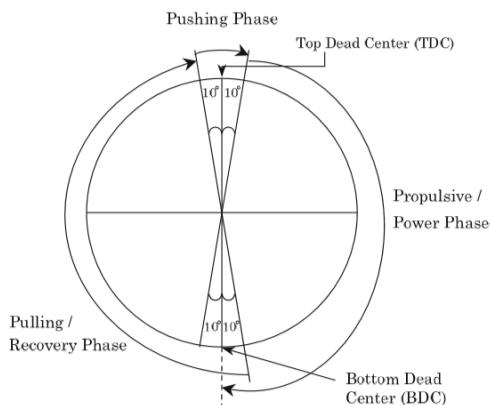


Figura 22. Fases del pedaleo. (So et al., 2005)

En primer lugar el mismo autor menciona el estudio de Gregor & Rugg (1986) el cual analiza mediante electromiografía el funcionamiento de 6 músculos durante el pedaleo a 85 rpm en moderada intensidad en 10 ciclistas. Estos músculos son: Vasto medial, lateral, recto femoral, tibial anterior, bíceps femoral, y glúteo mayor, los cuales se observa que en la primera mitad de la fase de propulsión la mayor actividad muscular decae sobre los mismos, es decir, desde el ángulo 0° o también llamado punto muerto superior (TDC) hasta los 90° del círculo, en sentido de las agujas del reloj. Incidiendo en la máxima activación muscular, Gregor & Conconi (2000) añade que cuando el pedal se encuentra a 55° con respecto al TDC, se muestra la mayor activación del glúteo mayor.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

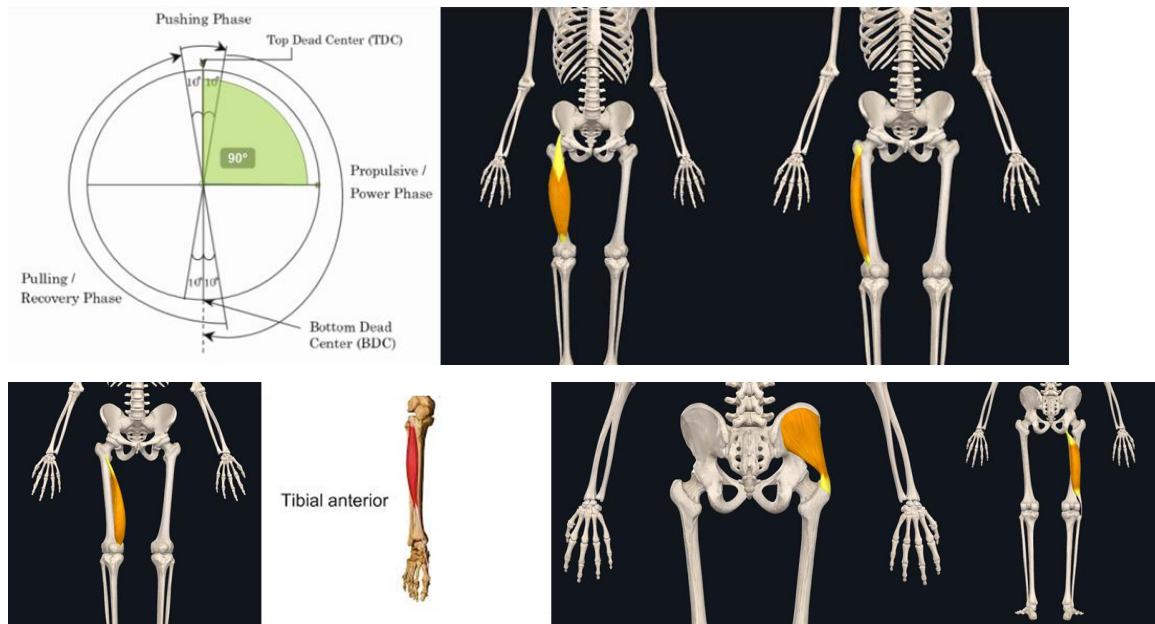


Figura 23. Pedaleo 90°. Recto femoral, lateral (arriba), medial, tibial anterior, glúteo mayor, y bíceps femoral (abajo). (So et al., 2005). Monasterio (2016) & Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform (2020)

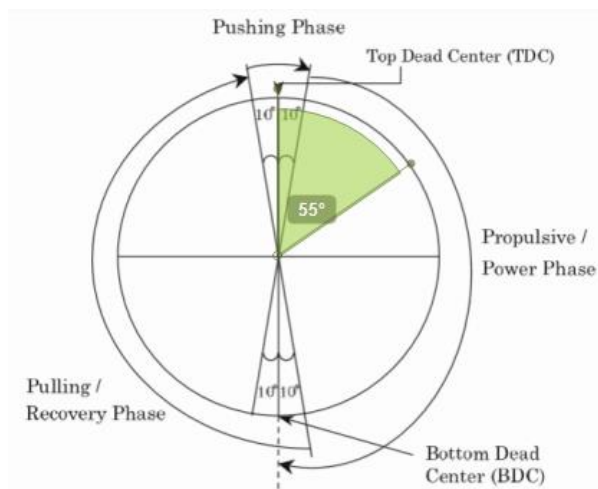


Figura 24. Pedaleo 55° activación glúteo mayor. (So et al., 2005)

Posteriormente, en la segunda mitad de la fase de propulsión, los músculos del cuádriceps, tienen la función de extender la rodilla, entonces muestra menor actividad en comparación con los isquiosurales, gastrocnemio y glúteo mayor hasta los 180°, al punto muerto inferior (BDC). En cuanto a la biomecánica del comportamiento articular, se evidencia una extensión de cadera, rodilla y tobillo durante esta fase.

Con respecto a la extensión del tobillo, Gregor & Conconi (2000) aclaran que ofrece estabilidad al pedaleo tras la producción de fuerza hacia abajo y con ello transmite la potencia que generan los músculos principales en esta fase, ya mencionados. Entonces observan que la contribución del sóleo es notable poco antes de llegar a los 90°, ya que es extensor de tobillo, seguidamente entra en participación el gastrocnemio y su pico de activación es en los 107°. En adición, el tibial anterior se estimula durante esta fase para la flexión dorsal de tobillo y estabilizar el pedaleo.

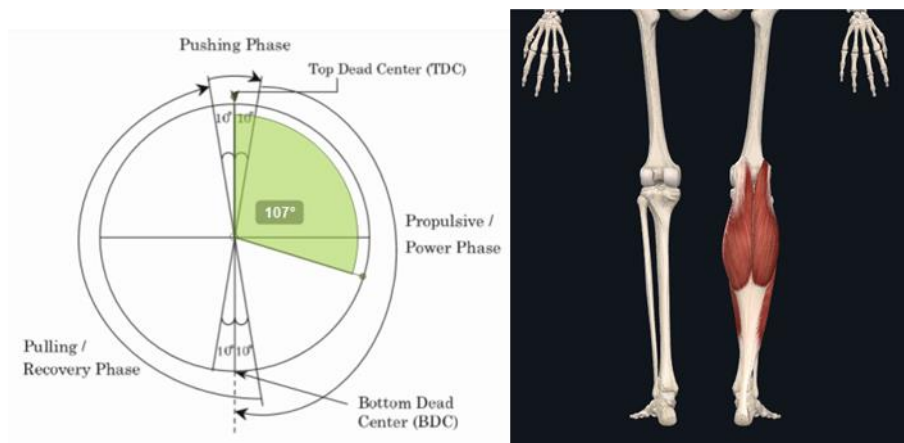


Figura 25. 107° con respecto TDC activación del gastrocnemio, que sigue su actividad en la fase de recuperación. So et al. (2005) & Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform (2020)

En cuanto a los isquiosurales, colaboran en esta fase para provocar extensión de cadera, siendo el semimembranoso y semitendinoso los que inician su participación después del TDC, con su máxima expresión poco después de los 90°. El bíceps femoral se activa en esta fase pero según el estudio de Gregor & Conconi (2000) muestra variabilidad de estimulación, dependiendo de ciclistas. Llegados a este punto, el vasto medio y glúteo disminuyen su actividad al sobrepasar los 90°.

A continuación se inicia la recuperación. Gregor & Conconi (2000) analizan la musculatura implicada, según los autores afirman que se flexiona la cadera desde los 180° hasta completar los 360°.

Más detalladamente se evidencia que entre los 180° hasta 235° del ciclo, se evidencia una importante participación en los isquiosurales y gastrocnemio, que cesa su activación a los 270° aproximadamente. Esta musculatura contribuye en la flexión de rodilla.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

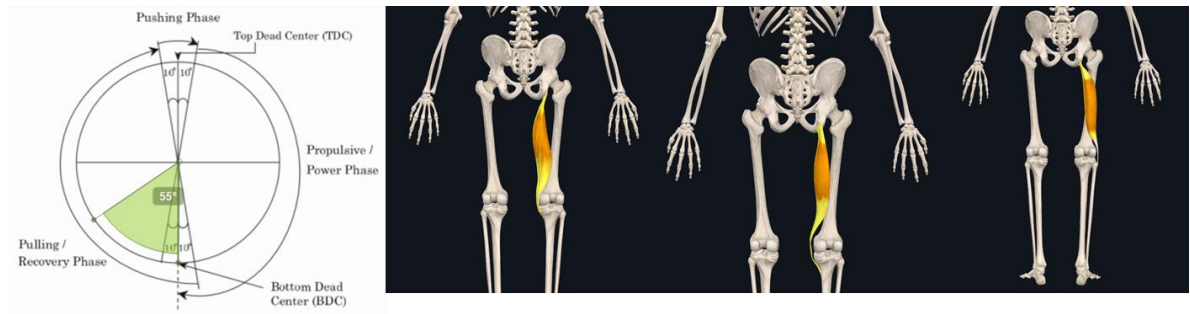


Figura 26. 55° con respecto BDC. Contribución de isquiosurales (semimembranoso, semitendinoso y bíceps femoral) y gastrocnemio. So et al. (2005) & Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform (2020)

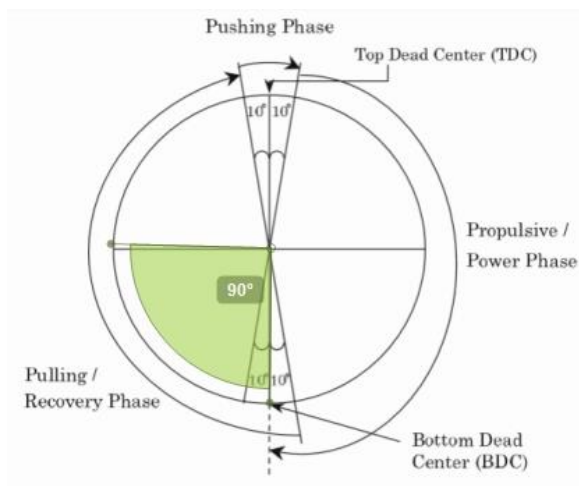


Figura 27. 90° con respecto BPC. Cese actividad gastrocnemio. (So et al., 2005)

De manera continua, desde los 235° hasta 360° se activa el tibial anterior para provocar la dorsiflexión del tobillo e igualmente, puesto que la cadera realiza un movimiento de flexión, el recto femoral y el iliopsoas están activados.

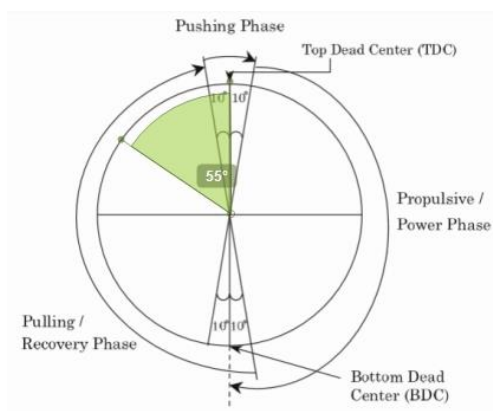


Figura 28. 55° para completar el ciclo. Activación del tibial anterior y flexión dorsal tobillo. (So et al., 2005)

5.2.5 GRUPOS MUSCULARES ESPECÍFICOS IMPLICADOS EN CARRERA A PIE

En este apartado se comenta los grupos musculares activados durante el ciclo de zancadas que realiza el triatleta en la carrera a pie.

En primer lugar se aborda información del estudio de Heikki et al. (2005) para separar las fases del ciclo de zancada:

- 1- Pre-activación o pre-contacto (Pre-activity)
- 2- Frenado o primer contacto en el suelo (Braking)
- 3- Fase propulsiva (Propulsive)
- 4- Oscilación (Swing)

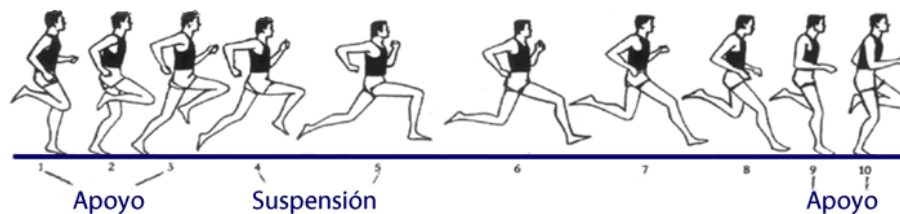


Figura 29. Secuencia de la carrera a pie. (Climent, 2011)

Las fases las analizan por electromiografía y los músculos del miembro inferior importantes que se activan en cada una de ellas son: Gastrocnemio, glúteo mayor, recto femoral, bíceps femoral, vasto lateral, tibial anterior. Seguidamente afirman que se evidencian más señales en la actividad muscular de dichos músculos en las fases de pre-activación y en el frenado que en la propulsiva. Dicho esto, se muestran en la figura 30 datos de la EMG en la acción de una pierna, que concluye a 100 milisegundos antes del apoyo.

Table I. EMG activities (μV) measured during maximal voluntary contractions (MVC) and in the different phases of maximal running

	MVC	Pre-activity	Running phases	
			Braking	Propulsive
Gastrocnemius	459 \pm 251	802 \pm 272***	868 \pm 280***	590 \pm 214***
Vastus lateralis	473 \pm 185	753 \pm 253***	618 \pm 232*	155 \pm 73***
Biceps femoris	398 \pm 107	343 \pm 127	442 \pm 123	116 \pm 37***
Rectus femoris	363 \pm 152	269 \pm 174	258 \pm 154	79 \pm 59***
Gluteus maximus	215 \pm 83	362 \pm 188***	415 \pm 235***	147 \pm 111
Tibialis anterior		266 \pm 108	163 \pm 62	132 \pm 58

Note: Statistically significant differences in EMG between the running phases and MVC: *** $P < 0.001$, * $P < 0.05$.

Figura 30. Actividad muscular durante la carrera a ritmos altos y en las distintas fases. (Heikki et al., 2005)

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Por otra parte, los autores Ballabriga et al. (2004) elaboran un estudio por medio de electromiografía donde dividen las fases de carrera e incluyen el glúteo medio, vasto interno, isquiosurales y tríceps sural, además remarcan aspectos biomecánicos a considerar en la carrera a pie relacionando asimismo la funcionalidad que aporta cada músculo.

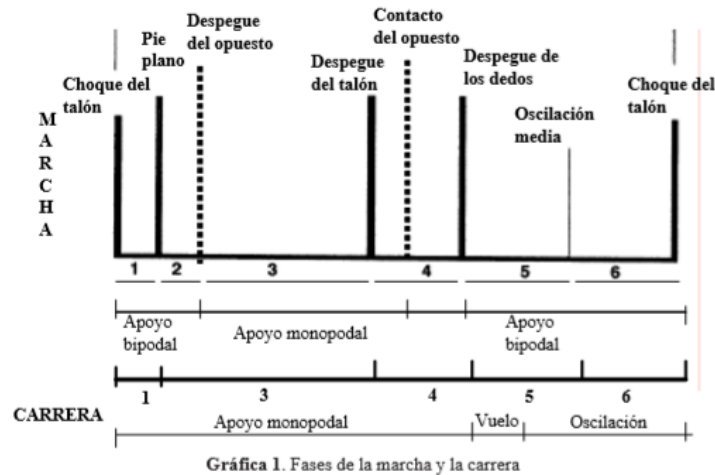


Figura 31. Fases de la marcha y zancada en carrera. (Ballabriga et al., 2004)

Primeramente Heikki et al. (2005) observan que el glúteo mayor se estimula en los últimos momentos de la fase de contacto, es decir, cuando existe una extensión de cadera y la pierna procede a realizar la oscilación. También se evidencia su activación en el primer contacto o fase de frenado y en la fase de pre-contacto si la velocidad de carrera aumenta, sino, la activación de dichos músculos no sería notable, aunque si evidente, ya que según Ballabriga et al. (2004) el glúteo mayor en la oscilación sirve para frenar y controlar la flexión de cadera cuando el miembro inferior se mueve hacia delante. Seguidamente, el glúteo medio también contribuye en la zancada para la estabilización de la pelvis, siendo determinante su contribución cuando el pie se apoya en el suelo que, después, en el inicio de la oscilación se activa con los abductores y aductores para fijar la pierna.

En cuanto al vasto lateral, Ballabriga et al. (2004) encontraron que se acciona en mayor medida en el pre-contacto y frenado, sin embargo, su función es importante durante todas las fases, la cual aumenta según incrementa el ritmo de carrera. Pero en la propulsión sigue habiendo una menor activación, aumentando menos su nivel de estimulación con respecto a otra musculatura según se aumente el ritmo (Heikki et al., 2005).

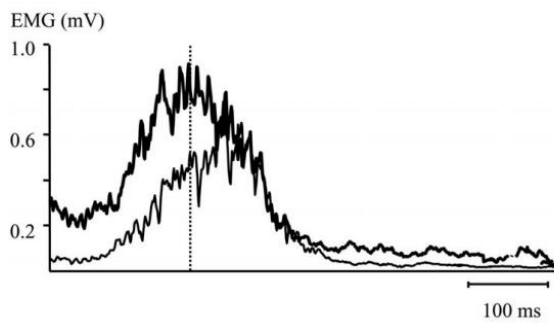


Figura 32. Activación vasto lateral. La línea vertical discontinua significa el primer contacto en el suelo o fase de frenado. (Heikki et al., 2005)

Por lo que a los músculos bi-articulares, Savelberg & Meijer (2003) aclaran que son aquellos que permiten realizar la extensión de rodilla y enmarca el recto femoral, siendo importante en la pedalada de ciclismo tras el punto muerto superior e iniciar el empuje y la propulsión o en la zancada cuando se produce fuerza durante la fase de contacto o apoyo para controlar la postura, produciéndose una contracción excéntrica, además permite al corredor moverse coordinadamente hacia delante. Entonces Heikki et al. (2005) enfatiza la estimulación del recto femoral en la oscilación en el momento de extender la rodilla y durante el contacto en el suelo con una contracción excéntrica, que mantiene la pierna estable, por lo tanto afirman Ballabriga et al. (2004) que garantiza estabilidad en la rodilla, igualmente acentúa su contribución si la velocidad aumenta. Ocurre de igual manera en el vasto interno, dichos músculos aumentan su activación al final de la oscilación donde la pierna se prepara para el primer contacto con el suelo, pero en la primera fase de la oscilación el recto femoral lleva el miembro inferior hacia delante mediante una flexión de cadera.

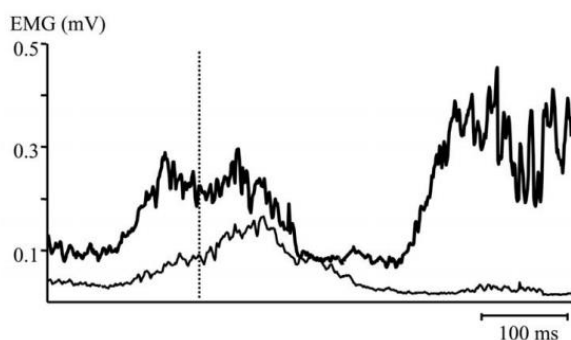


Figura 33. Activación recto femoral. (Heikki et al., 2005)

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

En el bíceps femoral, Heikki et al. (2005) defiende que en la fase de frenado se muestra su mayor actividad. Por otra parte Ballabriga et al. (2004) comenta que su función principal recae sobre la extensión de cadera y estabilización de rodilla en el apoyo e impulso. Pero vuelve a aparecer en la primera parte de la oscilación para flexionar la rodilla y al final de la oscilación para controlar la flexión de cadera y, a la vez, la velocidad inercial de la pierna para que se produzca el primer contacto en el suelo adecuadamente y en rodilla semi-flexionada.

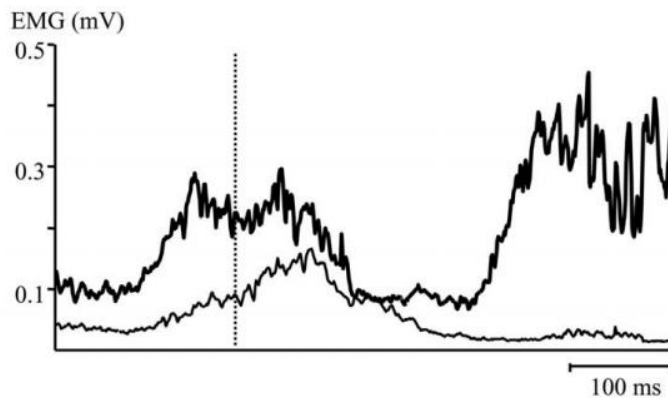


Figura 34. Activación del bíceps femoral. (Heikki et al., 2005)

En relación con los gastrocnemios, Heikki et al. (2005) demuestran en su estudio que su estimulación es determinante en el pre-contacto, frenado y propulsión. En cambio, Ballabriga et al. (2004) mantienen su activación en estas fases y enmarca las funciones que aportan. En primer lugar y la más importante, durante el recorrido del apoyo unipodal ofrece estabilización de tobillo mediante contracción excéntrica, después permite el despegue del suelo del tobillo, todo ello mediante la coordinación del tríceps sural.

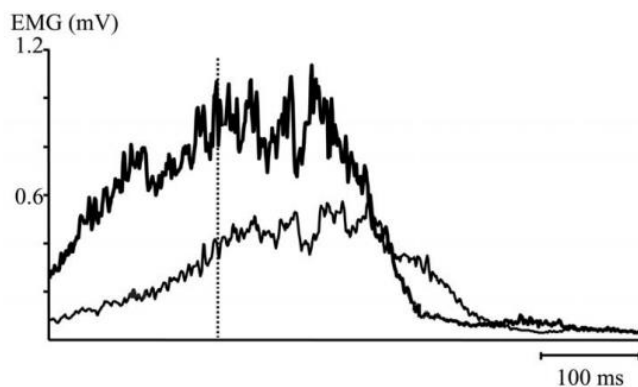


Figura 35. Activación del gastrocnemio. (Heikki et al., 2005)

El tibial anterior se activa de manera acentuada cuando el pie se ubica en el centro de la oscilación y justo antes del contacto con el suelo (Heikki et al., 2005). En relación a su funcionalidad, Ballabriga et al. (2004) defiende que se coordina junto al tríceps sural para estabilizar el tobillo mientras se lleva a cabo el apoyo unipodal, igualmente en el primer impacto en el suelo y en la oscilación, para mantener su posición.

5.3 GENERALIDADES DE LAS LESIONES DEPORTIVAS

En cuanto a las lesiones deportivas, se procede a presentar la tipología en el panorama deportivo, así como sus causas y factores de riesgo. Más adelante, se clasifican las lesiones deportivas en el ámbito de los deportes cíclicos que componen el triatlón.

5.3.1 TIPOLOGÍA

En cuanto a la tipología de lesiones deportivas, Rosas (2011) las divide en dos grupos, las agudas, ocasionadas en el mismo momento al realizar la actividad física y que causan dolor e inflamación junto con dificultad de movimiento y las crónicas o de sobrecarga, que aparecen durante un periodo de tiempo realizando deporte y presentan inflamación persistente y dolor incluso en reposo.

Por otro lado la misma autora amplía información sobre los tipos de lesiones según el tejido afectado:

- Cutáneas por aparición de heridas y hematomas.
- Rotura de fibras musculares o distensiones.
- Tendinosas, como tendinopatías de inserción, que existe inflamación en la inserción muscular.
 - Ligamentosas como distensiones y rupturas.
 - Vasculares.
 - Nerviosas.
 - Fracturas articulares y óseas.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

5.3.2 POSIBLES CAUSANTES Y FACTORES DE RIESGO

Más allá de la tipología, Ortega et al. (2015) presenta factores de riesgo que las incitan e incluye a Fernández et al. (2007) que incide sobre la alimentación, la edad (Díaz et al., 2009), el tiempo de ausencia deportiva (Bahr & Maehlum, 2007), el historial de lesiones (Starkey, 2012), la fatiga (Clansey et al., 2012), la falta de práctica y de especialización en el deporte, también cita a Cano et al. (2010) y Ortega et al. (2014) los cuales acentúan la ansiedad y tensión psicológica.

Igualmente, Rosas (2011) presenta la tipología y causantes de lesiones habituales en la práctica deportiva. Primeramente habla sobre las contusiones por un golpe con un cuerpo procedente del exterior y pueden producir hematomas e hinchazón. Después enmarca los traumatismos musculares por la utilización desmesurada de un grupo muscular. Primero se encuentran los calambres por alteración en la circulación del potasio y calcio en la sangre, una incorrecta hidratación que no garantice el correcto transporte de los iones correspondientes a la contracción muscular y de igual manera un desorden en la circulación sanguínea. Posteriormente se observa la distensión muscular por estiramiento brusco y forzado del músculo, llevando hacia la insuficiencia funcional del área afectada, provocando hinchazón y dolor. Después encontramos la elongación muscular, la cual es causada por estiramiento fuera de los límites fisiológicos del músculo, sin llegar a romper fibras ni provocar hinchazón, en cambio el desgarro muscular sí que hay rotura de fibras. Con respecto a las contracturas, vemos que se producen por una alteración en una región del músculo, conduce a una hipertonia en la zona en cuestión tras la realización de actividad física y se aprecia un abultamiento que a la palpación resulta doloroso, impidiendo el funcionamiento del músculo y pueden aparecer durante o después de la práctica deportiva. La contractura tiene lugar sobre todo en población sedentaria que ejecutan movimientos repentinos o en ancianos por su pérdida de elasticidad muscular.

Inciendo en las lesiones articulares, Barrena et al. (2019) las enmarca como traumatismos directos o indirectos. Con respecto a los directos, son aquellos en los cuales la contusión va directamente desde la piel a la zona articular, dañándola a excepción de la superficie articular huesos implicados, es por eso que no afecta a la firmeza de la misma, en cambio, los indirectos sí que produce su consecuente afectación y son daños distantes a la articulación afectando a la

estabilidad entre las estructuras óseas y conllevan a esguinces y luxaciones que posteriormente se definen en este apartado.

En relación a las contusiones en las lesiones articulares, los autores Barrena et al. (2019) las defienden como no penetrantes, es decir, asociadas a golpes externos que dañan vasos periintraarticulares. Son dolorosas, se evidencia inflamación y derrame articular.

Respecto a los esguinces, afirman Barrena et al. (2019) que son lesiones donde afectan a ligamentos que conforman la articulación, causadas por torcedura excesiva de la misma. La zona donde frecuentemente se da dicha afectación es en el tobillo, además la rodilla también está en riesgo en el ligamento interno y pudiendo provocar daño en el ligamento cruzado anterior. En los esguinces, el ligamento puede tener inflamación, romperse parcialmente o totalmente y según su gravedad, el tratamiento es diferente.

Por último, señalan las luxaciones como la pérdida de contacto entre la estructura capsuloligamentosa de la articulación en consecuencia de traumatismo, siendo el miembro superior el más afectado en este caso porque es encargado de generar la gran parte de movilidad en las actividades físicas y resaltan la articulación glenohumeral como la más común ya que su grado de movilidad es alto pero la conexión y cohesión articular es frágil, así mismo su estabilidad. Después también relacionan el codo como propenso a sufrir luxación porque al igual que el hombro, tiene una elevada movilidad pero es más estable. En tercer lugar la acromioclavicular que al igual que la glenohumeral, pertenece a la región escapular, esta apenas tiene movilidad pero su congruencia entre ligamentos y estructuras estabilizadoras es débil. Las estructuras del miembro inferior tienen menor riesgo de luxación porque las conexiones que aportan estabilidad en cada una de ellas son fuertes, pero el daño es mayor si se producen. En este caso indican la luxación de rótula, la cual puede llegar a ser un problema en la carrera deportiva ya que en ella la probabilidad de recidiva común. Finalizando las luxaciones, la reparación de los ligamentos es compleja e incompleta en los casos más graves y como consecuencia, tras el tratamiento y la recuperación, la articulación no vuelve a tener la misma funcionalidad.

5.4 LESIONES DEPORTIVAS EN TRIATLÓN

En lo que respecta a las lesiones deportivas, en triatlón pueden aparecer distintos daños y en diferentes partes del cuerpo, ya que en este deporte la implicación del miembro superior e inferior es importante dependiendo de qué deporte se realice, entonces se clasifican las lesiones según los factores de riesgo más comunes que las provocan.

5.4.1 LESIONES RECURRENTES EN NATACIÓN Y SUS FACTORES DE RIESGO

En natación vemos que el miembro superior es determinante para las acciones que se llevan a cabo, pues las lesiones en dicha región son habituales y existen factores de riesgo que las hacen aparecer.

En relación a las regiones corporales afectadas y utilizadas en natación en los distintos estilos, Perez et al. (2015) afirma que son: hombro, espalda, rodilla, tobillo y pie. Sin embargo en este trabajo nos centramos en el “crol”, técnica que se utiliza en el tramo de natación en triatlón. Perez et al. (2015) remarcan la articulación del hombro como propensa a sufrir lesiones ya que es la más utilizada en las acciones del “crol”. En cuanto al conjunto de lesiones que se suelen producir en el hombro, las enmarcan dentro del “hombro del nadador”, que afecta a la cápsula glenohumeral y el concepto en cuestión engloba tres posibles lesiones: Tendinitis del bíceps, bursitis sub-acromial y tendinitis del manguito rotador. Pérez et al. (2015) remarcan varios factores de riesgo que las provocan, así como un excesivo volumen e intensidad en los entrenamientos, técnica incorrecta, o falta de fortalecimiento y flexibilidad en la estructura muscular y tendinosa utilizada, ahora bien puede que estos factores de riesgo sean combinados. Aparte también hay que tener en cuenta los factores de riesgo anteriormente destacados en el apartado 5.3. Pero Perez et al. (2015) incluyen otros desencadenantes a considerar en esta modalidad deportiva. En primer lugar se centran en la anatomía del nadador, así como en la forma del acromion que influye en los daños y pinzamientos del manguito rotador y por último el incorrecto uso del material de natación en los entrenamientos, como por ejemplo las palas o aletas que aumentan la carga en las articulaciones, pudiendo provocar sobrecarga y lesión. Puesto que es un deporte cíclico, el movimiento se realiza repetidamente y durante muchas temporadas, añaden Perez et al. (2015). Es por eso que siguiendo las definiciones anteriores, estas lesiones están clasificadas como crónicas. Las autoras señalan que el dolor puede

provocarse en la segunda fase de la recuperación y se da cuando el brazo se encuentra abducido por la musculatura del hombro a unos 90° aproximadamente, acompañado de rotación interna y máxima posición de “rolido”.

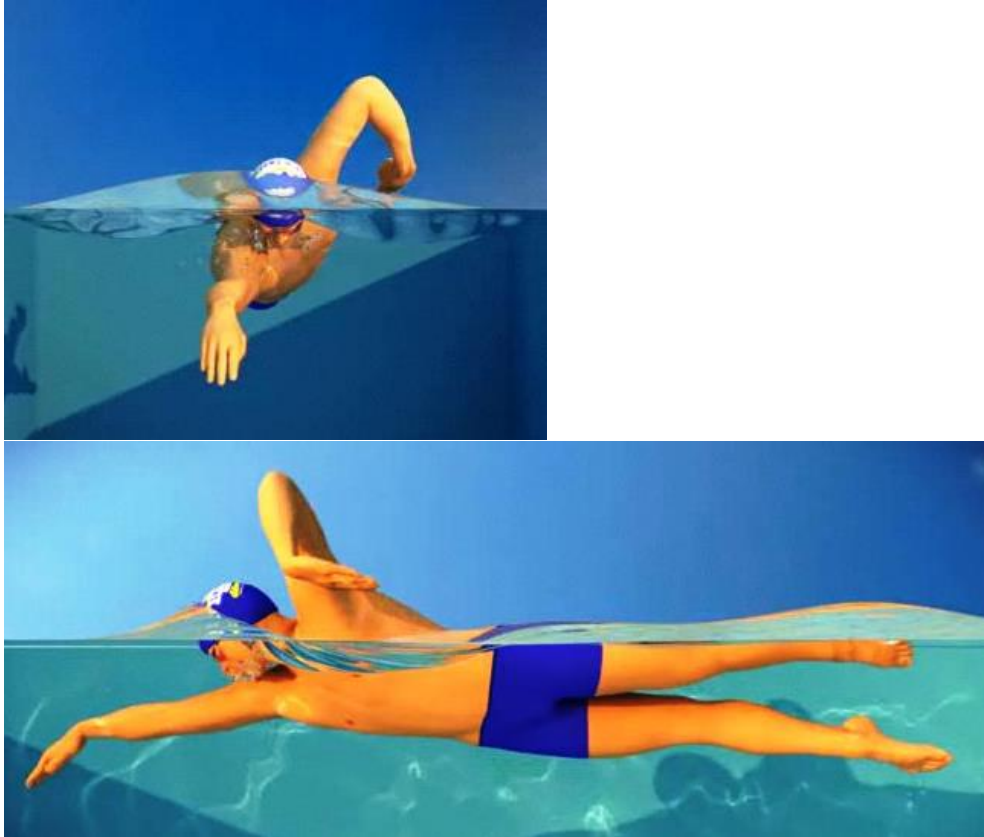


Figura 36. 2ª Fase de recuperación, vista frontal y vista lateral. (Carbajal, 2010)

Perez et al. (2015) enfatizan la tendinitis del manguito rotador como recurrente al realizar el “crol”. Esta lesión se origina por compactación de músculos y/o tendones junto a la porción acromial de la escápula. Señalan que el musculo supraespinoso está sometido en cada ciclo de nado a la compresión de su tendón, el cual se une a la cabeza del húmero, causando microtraumas. También indican que en la parte más cercana del tendón del supraespinoso junto al troquíter hay una deficiencia de vascularización, lo cual afecta a la recuperación del tejido en cuestión.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

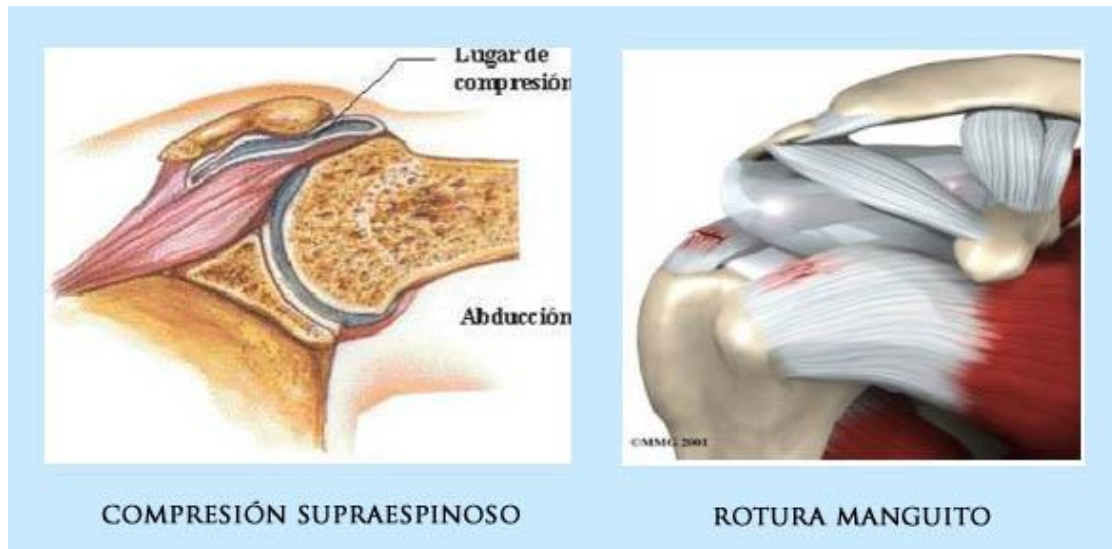


Figura 37. Compresión y rotura del tendón del supraespinoso. (Vaquero, 2020)

Las autoras Pérez et al. (2015) afirman que estas acciones repetidas durante años pueden provocar lesiones como la bursitis sub-acromial, calcificaciones del tendón y micro-roturas fibrilares. Los síntomas que conllevan las afectaciones son dolor incluso en reposo y limitación de movilidad a causa de las molestias, pudiéndose dar el caso de desgarrar la estructura de tejidos blandos.

En cuanto a la bursitis sub-acromial, hay que remarcar el significado de las bursas. Pérez et al. (2009) las define como cavidades en las articulaciones que contienen líquido, entre tejidos blandos y duros. La función que llevan a cabo es proteger tejidos blandos frente a fricciones o compresiones que frente estructuras duras de los huesos. Entonces, situamos la bursa sub-acromial entre la cápsula articular y la articulación subacromioclavicular.

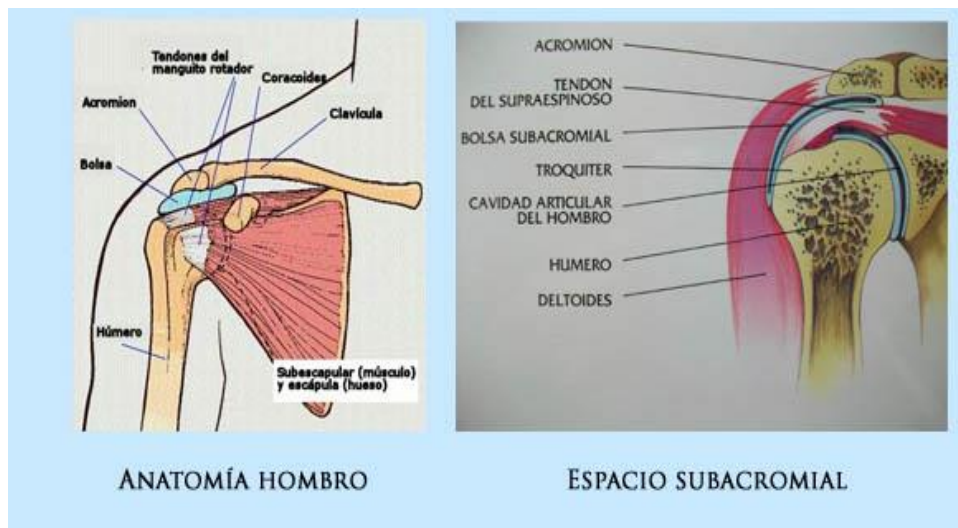


Figura 38. Anatomía del hombro. (Vaquero, 2020)

Entonces Pérez et al. (2009) pasan a conceptualizar la bursitis como una inflamación de la misma. Destacan a las personas cuyas actividades habituales se basan en situar frecuentemente la mano encima del nivel de la articulación del hombro, que coincide con la primera fase propulsiva del “crol” según Pink & Tibone (2000), la cual subrayan como la más lesiva al estar los tejidos blandos en contacto con estructuras articulares duras, provocando microtraumas repetidos. Pérez et al. (2009) añaden que la cronicidad de esta inflamación puede llegar a la calcificación, afectando el espesor del manguito rotador.

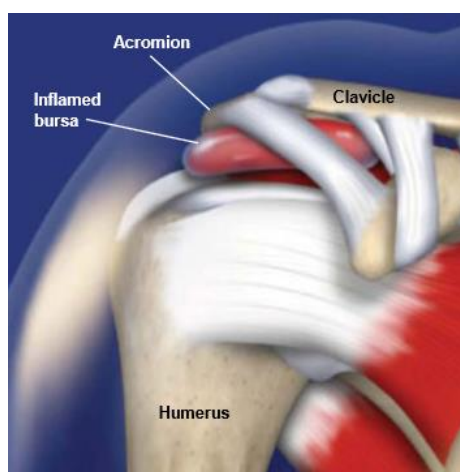


Figura 39. Bursitis subacromial. (Bursitis subacromial, 2013)

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

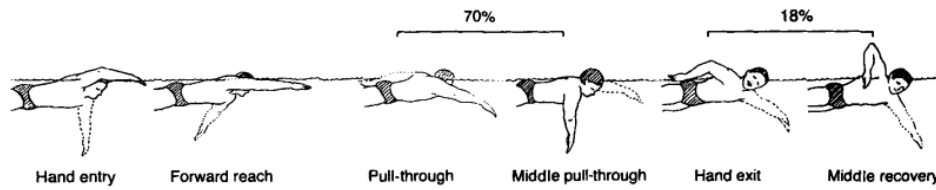


Figura 40. Fases con riesgo de lesión en el crol. (Pink & Tibone, 2000)

En relación a la tendinitis del bíceps braquial, López de la Iglesia et al. (2001) la relaciona con los daños producidos al conjunto del manguito rotador, por la presión que soporta la corredera bicipital de la porción larga del bíceps en la posición que Pink & Tibone (2000) muestran como más lesiva.

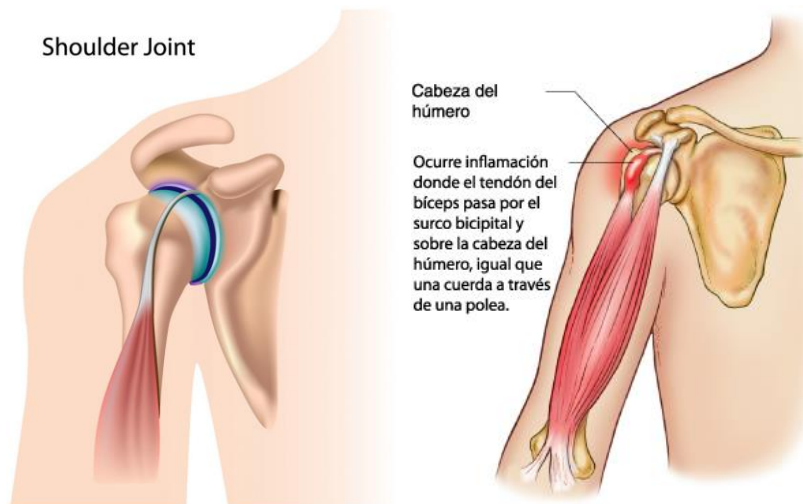


Figura 41. Tendón porción larga del bíceps (Izquierda) y su tendinitis (derecha). Junquera (2013) y Jurnet (2016)

Otro dato a resaltar es la encuesta incluida en el artículo de Pink & Tibone (2000). Los autores comentan que en la encuesta participaron 233 nadadores a los que se les preguntaron la región más dolorosa en el hombro cuando notaban molestias. Un 44% de los nadadores respondieron que la zona superior y anterior del hombro, el 26% no supieron detectar una zona específica, un 14% en la zona anterior e inferior, el 10% en la zona posterior y superior y el 4% en posterior e inferior. Seguidamente los nadadores notaban que la molestia aparecía mayoritariamente en la primera fase del nado, cuando se realiza la mayor fuerza propulsiva. A partir de ahí, aclaran que el nadador crea una compensación con relación a la articulación contralateral, ya que no genera la propulsión adecuada en la articulación propulsora, de ahí que la carga decae en la otra parte del cuerpo, entonces se añade un factor de riesgo de lesión por

sobrecarga en la región que se encuentra sin dolor alguno. Luego también vieron que los nadadores notaban dolor cuando se procede a realizar el recobro, con el humero hiperextendido y con rotación externa máxima. A causa de la molestia, el nadador baja el codo al realizar el recobro para reducir el dolor, lo cual es útil para detectar patología o fatiga en el hombro durante los entrenamientos en piscina. Después, Pink & Tibone (2000) aclaran que muchos de los daños ocasionados en la natación son consecuencia del debilitamiento y falta de movilidad escapular, lo que repercute en una incorrecta técnica por el defecto en el posicionamiento del hombro al realizar el “crol” aumentando el estrés en el manguito de los rotadores.

Para valorar el daño del hombro, Valadie et al. (2000) presenta el test de Hawkins. El test detecta si el deportista sufre lesión de hombro a consecuencia de la compactación de tejidos. La prueba consiste en realizar flexión de hombro de 90° y rotación interna del mismo.



Figura 42. Test de Hawkins. (Valadie et al., 2000)

A continuación los músculos del core y espalda son relevantes para mantener la horizontalidad durante el “crol”. Klion & Jacobson (2014) defienden que un debilitamiento de esta musculatura provoca un “rolido” deficiente, obligando a la musculatura del cuello a girar excesivamente para efectuar la respiración y, puesto que el movimiento es repetido muchas veces, aparecen contracturas o esguinces cervicales por sobrecarga que limitan el movimiento y el rendimiento. Igualmente ocurre en los erectores de la columna vertebral, los cuales actúan para mantenerla horizontalmente y estabilizarla para ganar velocidad. La fuerza que aplica el hombro en la tracción es más eficiente si no se produce caída de cadera, que conllevaría al aumento de la resistencia frontal acuática y una mayor sobrecarga en el hombro.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

5.4.2 LESIONES RECURRENTES EN CICLISMO Y SUS FACTORES DE RIESGO

Acerca de las lesiones recurrentes en el ciclismo, vemos que inciden mayormente en el miembro inferior ya que asume la principal contribución funcional en el pedaleo. Sin embargo vemos afecciones en diferentes zonas corporales que a continuación se destacan, asimismo relacionándolas con los correspondientes factores de riesgo.

En primer lugar, Mellion (1991) remarca que en el ciclismo pueden haber caídas y daños agudos en los tejidos. El autor ubica los traumatismos agudos más frecuentes en el ciclismo: en la cabeza, ojos, fracturas óseas, lesiones en órganos internos, en genitales, causadas por el rayo de la rueda... todas ellas suelen venir acompañadas en lesiones cutáneas como las abrasiones o cortes.

Por otra parte, tanto Mellion (1991) como Gordillo (2013) coinciden en que la mayor parte de las lesiones en esta disciplina se deben al sobreuso defectuoso del deporte en cuestión, por lo tanto son lesiones crónicas causadas por una mala postura, ajustes incorrectos e inadaptados al ciclista o gestos desaconsejados que sobrecargan las articulaciones.

Entonces Gordillo (2013) presenta factores de riesgo que conducen a daños crónicos: a) asimetrías gestuales (P.e: una rodilla más estirada que otra, un tobillo más flexionado que otro, etc...) corporales (P.e: una pierna más larga que otra, etc...) y funcionales (P.e: más flexibilidad o fuerza en una pierna que en la otra, etc...), b) mal ajuste de las medidas de la bicicleta que obliga al ciclista a producir compensaciones posturales, estresando la parte contralateral, c) Neuronales, es decir, ser zurdo o diestro condiciona en el ciclismo a la hora de favorecer o cargar más un lado del cuerpo.

Una vez contextualizados los factores de riesgo generales en ciclismo, Gordillo (2013) destaca la rodilla como el punto donde mayormente se ubican los dolores. El origen suele venir la posición relacionada con el tobillo o la cadera durante el pedaleo. Si el tobillo o la cadera, articulaciones con gran rango de movimiento, no se colocan debidamente y no funcionan correctamente al pedalear, la rodilla, que actúa como mediadora, podría lesionarse puesto no se alinearía en relación al pedal, hecho que causaría molestias en el ciclista, ya que dicha articulación tiene un rango de movimiento más limitado, con lo cual se incrementa estrés en su articulación y la propagación de potencia sería defectuosa, pudiendo ocasionar dolor en la cara

anterior de la rodilla, o como dice Cámara (2007) “síndrome doloroso patelofemoral”. Acto seguido, Mellion (1991) engloba estas molestias dentro de la “Rodilla del ciclista”, las cuales provocan inflamaciones y/o fricciones en los ligamentos o estructuras situadas en esta articulación. Además introduce la “condromalacia patelar” como posible lesión en ciclismo, que según Sánchez (2014), sería una afectación en el cartílago de la rótula, el cual presenta daños por la presencia de grietas en su superficie, que avanzan hasta alcanzar su desgaste.

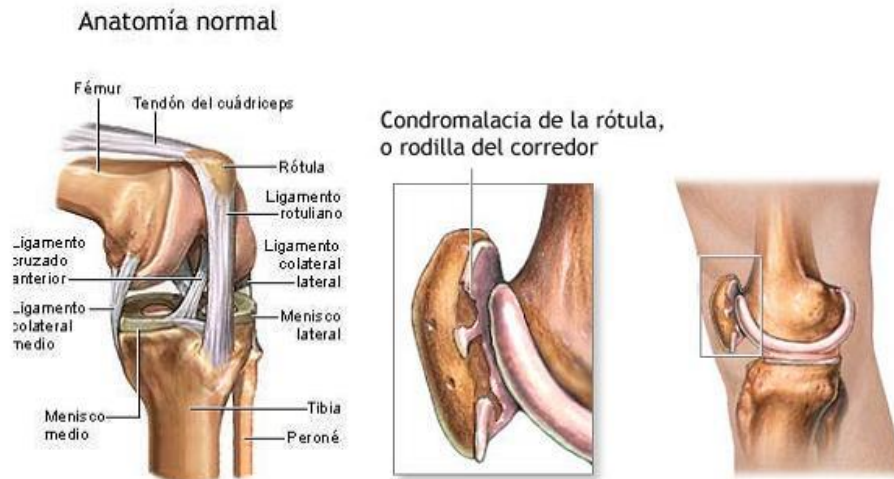


Figura 43. Anatomía de la rodilla (izquierda). Rodilla con condromalacia patelar (derecha). (Vicetto, 2008)

A continuación, en la tabla 3 se clasifican los dolores en el ciclista, relacionándolos con sus factores de riesgo y causantes.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Tabla 3.

Factores de riesgo y causantes de lesiones en la práctica del ciclismo.

Lesión por sobrecarga	Factores anatómicos	Factores técnicos	Contribución del equipamiento
Síndrome doloroso patelofemoral. Tendinopatía del cuádriceps.	Glúteo medio/abductores de cadera débiles, vasto medial débil, pronación excesiva del pie, alineamiento valgo, laxitud patelar.	Pedaleo duro, baja cadencia, demasiado desnivel, exceso de volumen de entrenamiento.	Sillín demasiado bajo, adelantado, biela muy larga, calzado inadecuado.
Síndrome fricción banda iliotibial.	Alineamiento varo, abductores de cadera débiles, cóndilo femoral prominente, banda iliotibial débil.	Pedaleo duro, baja cadencia, demasiado desnivel, exceso de volumen de entrenamiento.	Sillín demasiado alto/retrasado, errónea colocación de las calas, pedal demasiado cerca a las bielast.
Tendinopatía del bíceps femoral.	Alineamiento varo.	Exceso de volumen de entrenamiento, combinación agresiva con entrenamiento con peso o carrera a pie.	Sillín demasiado alto/retrasado, mal anclaje de las calas.
Dolor lumbar.	Defecto en discos intervertebrales, incorrectos hábitos posturales,	Sentarse detrás de la tuberosidad isquiática.	Flexión lumbar excesiva debido a la larga distancia entre pelvis y manillar (incorrecta talla de la bicicleta).
Dolor en el cuello.	Defecto en discos intervertebrales, incorrectos hábitos posturales, cifosis torácica, debilitamiento del core superior y extensores del cuello.	Hiperextensión cervical, duración prolongada en posición "aero".	Larga distancia entre pelvis y manillar o manillar demasiado bajo.
Tendinopatía Aquilea.	Pie plano, hiperflexibilidad en el pie, longitud de la pierna.	Excesiva flexión plantar/dorsal del tobillo al pedalear.	Sillín demasiado alto/bajo y retrasado, cala muy adelantada, incorrecto calzado.

Nota: Fuente: Kotler et al. (2016)

Tabla 4.

Continuación tabla 3.

Lesión por sobrecarga	Factores anatómicos	Factores técnicos	Contribución del equipamiento
Dolor en los pies, metatarsalgia o neuralgia. (entumecimiento)	Cabeza de los metatarsos prominentes, neuroma de Morton entre otros neuromas.	Exceso volumen de entrenamiento.	Calas demasiado adelantadas, mal ajuste de zapatilla.
Dolor en las manos. (entumecimiento)	Historial en dolor en los carpos/ulnares.	Posición estática prolongada de las manos.	Mucho peso sobre las manos, falta de amortiguación en la bicicleta, compresión por los guantes, manillar bajo o adelantado, sillín inclinado hacia abajo.
Dolor en glúteos. (bursitis isquiática, tendinopatía proximal del isquiosural, llagas en la zona inguinal)	Isquiosurales débiles, déficit en movilidad de cadera, historial de lesiones en los glúteos.	Posición estática prolongada sobre el asiento, entrenamiento combinado con carrera a pie.	Forma del sillín inadecuada, falta de amortiguamiento del sillín, sillín demasiado alto, mucho peso sobre el asiento, falta de deslizamiento inguinal a causa del material del sillín/equipaje del ciclista.
Dolor genital. (entumecimiento)	Obesidad, curso del nervio superficial.	Posición estática prolongada sobre el asiento, entrenamiento indoor.	Forma del sillín inadecuada, inclinación excesiva del sillín (normalmente hacia arriba), reparto del peso incorrecto sobre el sillín, manillar alto.
Dolor lateral en la cadera. (bursitis trocantérea, tendinopatía en el glúteo)	Abductores de cadera débiles, acortamiento muscular lateral.	Excesiva distancia de entrenamiento.	Sillín demasiado alto.
Dolor en la cadera	Pinzamiento femoroacetabular, abductores de cadera débiles.	Acercar las rodillas al medio durante el pedaleo, posición "aero" prolongada.	Incorrecta posición de los pedales o la cala de la zapatilla que desalinean el miembro inferior en el pedaleo.

Nota: Fuente: Kotler et al. (2016)

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.



Figura 44. Cintilla iliotibial (González, 2016)

Luego Gordillo (2013) indica molestias lumbares como frecuentes en el ciclismo. Afirma que la postura del ciclista influye en la zona lumbar e igualmente los ajustes inadecuados de la bicicleta con respecto a su forma anatómica. Un ejemplo que enfatiza es la estrechez del sillín, que causa inestabilidad en la pelvis, entonces la musculatura de esta región se ve obligada al trabajo extra para la estabilización de la misma. Añaden también que, sin asimetrías, gestos o ajustes incorrectos en la bicicleta, pueden aparecer molestias en la zona lumbar por debilidad de los músculos del core, los cuales en este caso no tienen la suficiente capacidad para estabilizar la postura del ciclista.

En relación al cuello, zona dorsal y manos, Gordillo (2013) menciona la posición que adopta la cadera durante el pedaleo, es decir, tener la cadera adelantada o retrasada condiciona transmitir peso hacia una de las tres partes del cuerpo mencionadas, con lo cual el estrés que soportan aumenta cuando se apoya sobre el manillar. Estas molestias son sobre todo por un mal ajuste de la bicicleta, del sillín o del manillar, provocando una excesiva tensión en la articulación radiocarpiana, que, según Mellion (1991) causaría una parestesia en la mano por tener el manillar demasiado cercano al sillín o viceversa, lo que podría conducir a una neuropatía cubital y provocaría entumecimiento/adormecimiento en los dedos o musculatura de la mano por la compresión del nervio cubital, más concretamente en “el canal de Guyon”. En el cuello aparecen molestias por colocar la altura del manillar baja o lejos del sillín, pudiendo ocasionar hiperextensión y exagerada flexión de tronco, implicando un esfuerzo mayor en la región escapular y trapecio al levantar la cabeza para visualizar la carretera.

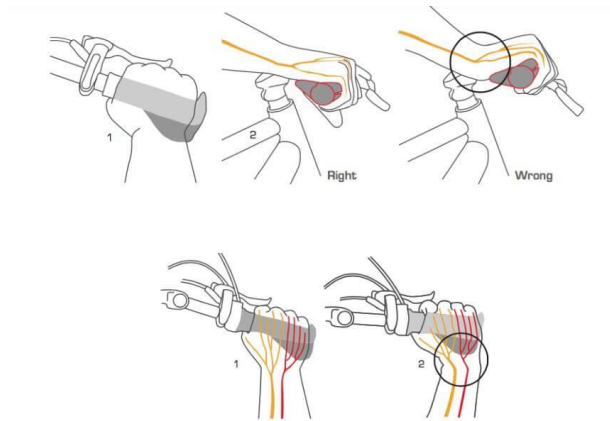


Figura 45. Compresión del nervio cubital. Neuropatía cubital. (Síndrome del manillar o neuropatía del cubital, 2017)

Otras afecciones se encuentran en los pies. Gordillo (2013) menciona la parestesia como recurrente en el ciclismo. Dicho entumecimiento puede deberse al uso de un calzado inadecuado que presiona la articulación, restringiendo el riego sanguíneo. Por otro lado, si tenemos la zapatilla adecuada, la colocación de la cala es determinante, ya que si se encuentra muy adelantada se ejerce mucha presión sobre la articulación metatarsofalangica, la cual no soporta elevados niveles de tensión, entonces cabe la posibilidad del adormecimiento o dolor, entonces aquí Mellion (1991) aclara que puede producirse metatarsalgia, que Mulder (1951) afirma que se da por la continua tensión en esta zona, causando pinzamientos entre bursas y estructuras de los metatarsos, nervios o tejidos plantares, causando inflamación. Por lo tanto, Gordillo (2013) indica como solución el retraso de la cala, sin embargo existen casos en que las molestias persisten y como solución alterna se recurre al uso de plantillas puesto que es un problema anatómico, así pues se repartien las fuerzas transmitidas al pie más equitativamente. Luego Mellion (1991) introduce la tendinitis en el tendón Aquiles y fascitis plantar por colocar el sillín demasiado bajo, lo cual favorecería la excesiva dorsiflexión del tobillo cuando el mismo se sitúa en el TDC y procede al empuje.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

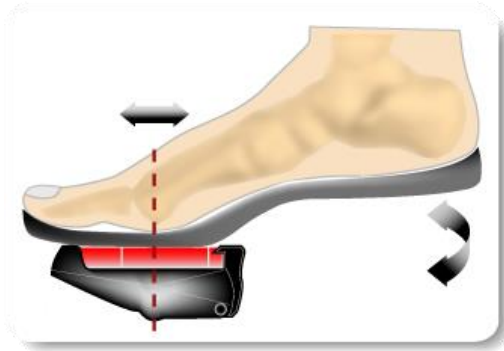


Figura 46. Presión del pie sobre la cala puede causar metatarsalgia. («LOCOS DEL CYCLING», 2014)

Más adelante, Gordillo (2013) revela molestias causadas por el sillín. Estas molestias se deben a una mala posición del ciclista y señalan los isquiones como la parte del cuerpo donde se apoya el peso sobre el sillín, si esto no ocurre, el peso suele caer sobre el perineo y, en consecuencia, causa malestar o adormecimiento. Los factores de riesgo con respecto a estas molestias son la estrechez del sillín o su horizontalidad con relación al suelo. También destacan la altura excesiva del sillín, es decir, a mayor altura, mayor presión sobre el perineo y la ubicación demasiado baja del manillar que causa un incremento de flexión del tronco, al igual que el manillar alejado. Para la solución de este problema se han diseñado sillines anti-prostáticos, pero implican que se ejerza mayor presión en otros puntos en concreto, entonces la recomendación más habitual sería adaptar la posición del ciclista. Por otra parte Mellion (1991) introducen las irritaciones de la piel por el roce en la zona inguinal (contiene muchas glándulas sudoríparas) con el sillín tras realizar pedaladas y el continuo contacto de la piel con la sudor sin transpirar.

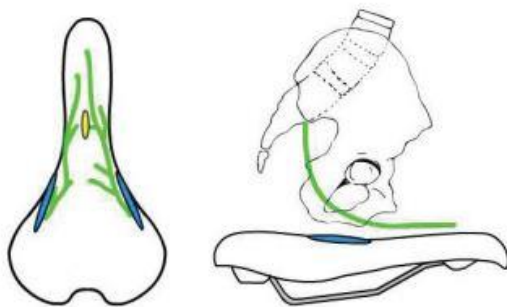


Figura 47. Presión del sillín hacia la zona perineal. («Consejos para cuidar en el ciclismo el suelo pélvico en el hombre», 2015)

Seguidamente Mellion (1991) determina lesiones centradas en la cadera. El autor defiende que en algunos ciclistas aparece la bursitis trocantérea por la continua fricción de la fascia lata contra el trocánter mayor y se debe, comúnmente, por tener el sillín demasiado alto. También en la cadera e incitado por la misma causa, puede producirse tendinitis del iliopsoas.

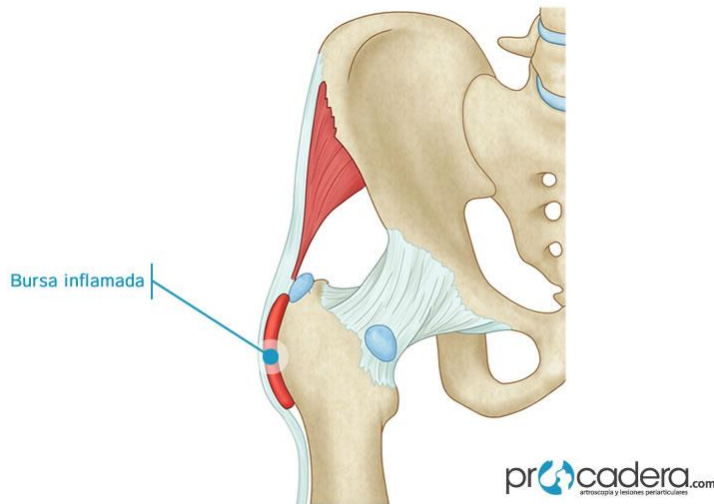


Figura 48. Bursitis trocantérea. (Bursitis trocantérica, 2019)

5.4.3 LESIONES RECURRENTES EN CARRERA A PIE Y SUS FACTORES DE RIESGO

Por lo que se refiere a la carrera a pie, se evidencia la contribución y colaboración de muchas regiones corporales y, en consecuencia, un aumento del estrés sometido al cuerpo. Entonces se clasifican las lesiones destacables que aparecen en dicha modalidad e igualmente enlazarlas con posibles factores de riesgo.

En primer lugar, García & Arufe (2003) comentan que hay un gran abanico de lesiones y daños en la práctica de la carrera a pie. Los autores afirman que en esta modalidad el cuerpo experimenta un elevado estrés muscular y articular, a causa del repetitivo sometimiento a distensiones en tendones y ligamentos. Seguidamente especifican factores de riesgo y causantes relacionadas con las lesiones:

- Técnica de carrera. (asimetrías).
- Anatomía.
- Nutrición e hidratación.
- Condición física acorde a las exigencias.
- Equipamiento (zapatillas).

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

- Organización del entrenamiento (calentamiento-parte principal-vuelta a la calma).
- Horario y calendario.
- Factores psicológicos.
- Sobrecargas.
- Combinación con otros deportes (triatlón).
- Superficie de pisada.
- Lesiones anteriores.

Con respecto a los tipos de lesiones que se encuentran en corredores, Mendiola-Anda et al. (1986) muestran las siguientes: Fascitis plantar, condromalacia patelar, síndrome fricción banda iliotibial, tendinitis (bíceps crural, tendón de Aquiles, fascia lata, tibial anterior y peroneos), apófisis (pubalgia, tuberosidad isquiática, cresta ilíaca), dolor en cresta tibial, ciática, fractura de estrés (tibial, metatarsal), bursitis (trocanterea, retrocanterea), distensión (rotadores externos de la cadera, del pie). Sin embargo, los mismos autores, mediante su estudio, enfatizan las más encontradas entre corredores, las cuales son: Fascitis plantar y condromalacia patelar en primer lugar, a continuación el síndrome de la fricción de la banda iliotibial y por último las tendinitis.

En relación a la fascitis plantar, Torrijos et al. (2009) aclaran que es una inflamación en la planta del pie ubicada en la aponeurosis plantar (tejido conectivo que se inserta en el talón). Aquí se sitúan tejidos conjuntivos que mantienen las estructuras que del arco del pie. El sobrepeso, estar periodos de tiempo prolongados de pie, andar sobre superficies duras, el micro-traumatismo repetitivo de la carrera a pie (más frecuente), anatomía del pie (pronación, pies planos, cavos), tendón Aquiles corto, falta de flexibilidad del tríceps sural, baja movilidad de tobillo, factores nerviosos, calzado inadecuado para el corredor, correr sobre las puntas de los pies, descender, desequilibrios biomecánicos y anatómicos del miembro inferior y desgaste del soporte graso del pie pueden incidir en el aumento de tensión en esta zona del pie y en consecuencia en la aparición de esta afectación.

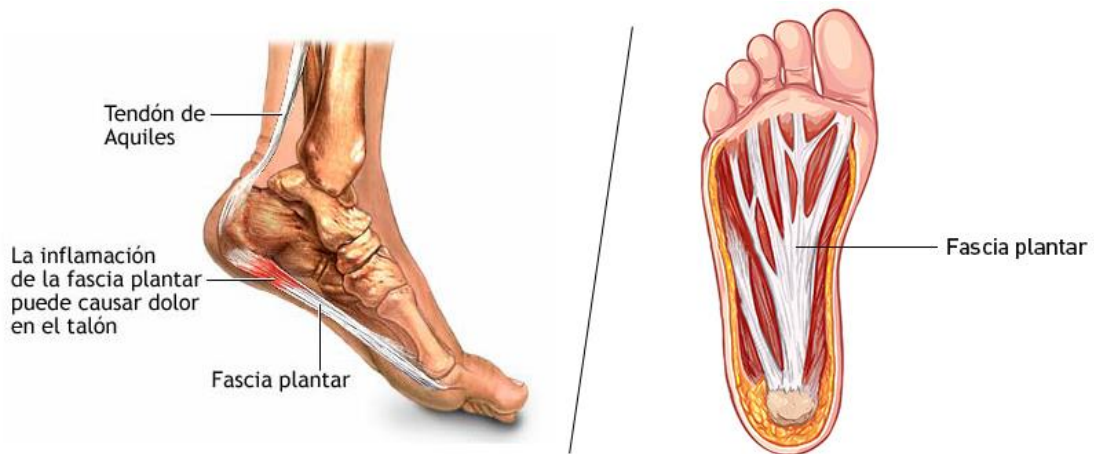


Figura 49. Fascitis plantar (Alfaro, 2018)

Al igual que en los anteriores puntos, los autores enmarcan las lesiones de rodilla en la “rodilla del corredor” e incluyen la condromalacia patelar. Por otra parte incluyen el síndrome de la fricción en la banda iliotibial (SFBIT) que entra en la “rodilla del ciclista” y en la “rodilla del corredor”. Se caracteriza por un dolor en la cara lateral de la rodilla, causado por bursitis o inflamación por rozamiento al realizar excesivas repeticiones de flexo-extensión en la banda iliotibial frente al epicóndilo femoral lateral, defienden Isusi et al. (2007). El SFBIT, según Mendiola-Anda et al. (1986) e Isusi et al. (2007) viene dado por unos factores de riesgo, los más habituales son: incorrecta alineación de la rodilla mientras se corre (P.e: Genu Varum, pie cavo, epicóndilo femoral prominente), correr en terrenos con gran variación de desnivel y sobreuso de la articulación.

En referencia a las tendinitis, Ugalde et al. (2016) afirman que aparecen en la carrera a pie a causa de un insuficiente calentamiento, sobrecargas en los entrenamientos o entrenamientos inadaptados al nivel del deportista y falta de fortalecimiento es las regiones involucradas en la carrera, acompañado de asimetrías en segmentos corporales. Ugalde et al. (2016) destacan la tendinitis rotuliana tanto en el ámbito del ciclismo como en corredores a pie. Aquí el mecanismo extensor de la articulación de la rodilla se somete a continuas cargas para permitir la flexo-extensión de la misma, las cuales no siempre se reciben adecuadamente ya que hay factores de riesgo en su anatomía que provocan inflamación en el tendón de la rótula, estos son desalineaciones en la estructura de la rodilla con respecto a la cadera, rotación defectuosa del fémur o tibia y una mala pisada, además de sobrecarga. También cabe remarcar la tendinitis Aquilea como frecuente en esta disciplina que, según Silván (2001), es bastante frecuente en carrera a pie y la causante habitual sería la falta de riego sanguíneo en proporción a la grandeza

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

del tendón Aquileo. Entonces su recuperación tras la actividad física es compleja añadiendo que en este deporte el tendón soporta más carga, porque aparte de proporcionar la flexo-extensión de tobillo en colaboración del tríceps sural para impulsar nuestro peso, es responsable de la amortiguación en los impactos del pie contra el suelo.



Figura 50. Tendinitis Aquilea. (Tendinitis Aquilea, 2015)

Por otra parte Silván (2001) nos habla de la periostitis tibial como un estrés sometido hacia la membrana que adhiere los músculos a los huesos. La mayoría de casos ocurre en la región tibial baja. Dicha membrana contiene nervios y vasos sanguíneos cuya función es desarrollar el hueso, pero además, soporta continuas vibraciones tras el ciclo de zancadas y, por consiguiente, se inflama y si existe error biomecánico, seguido de una anatomía individual desfavorable, el riesgo es mayor, sin embargo el sobre-entrenamiento también favorece la aparición de esta lesión.



Figura 51. Periostitis tibial. (Schmidt, 2017)

Después se encuentran las lesiones del pie. Silván (2001) añade el “neuroma de Joplin” como la compresión del nervio que se encuentra en los sesamoideos, por un calzado demasiado apretado o correr excesivamente de puntillas. Otra afección sería el desplazamiento de los sesamoideos por realizar pisadas incorrectas debido a la anatomía, provocando una elevada compresión en esta zona pudiendo desgastar los cartílagos de la articulación del “Hallux”, que sería causante del desplazamiento o de la tendinitis de los sesamoideos. Seguidamente introduce los esguinces en las articulaciones metatarso-falángicas a causa de los efectos que comporta la carrera a pie, sin embargo también pueden provocarse de forma aguda al correr con intensidad y sobre superficies duras, aumentando el estrés en tendones y ligamentos centrados en esta región. Y concluyendo con las lesiones del pie, el riesgo de bursitis entre articulaciones del pie también están presentes en el corredor.



Figura 52. Desplazamiento del sesamoideo y su intervención médica. (Campillo & Zabala, 2003)

En las modalidades deportivas del triatlón, las fracturas por estrés entran en juego y Torrenço et al. (2010) las define como consecuencia de los repetidos micro-traumas por sobreuso de cierta parte del cuerpo que no soporta cierta carga, por lo tanto provoca rotura parcial del tejido óseo. El hueso que más incidencia tiene hacia la fractura por estrés, indican que es la tibia, seguido del tarso, la columna lumbar y en los metatarsos. Los autores añaden que el miembro inferior es el más propenso a padecerlas. Torrenço et al. (2010) afirman que hay un desajuste entre la formación de tejido óseo y el desgaste del mismo (resorción ósea) provocado por el entrenamiento, favoreciendo al último por un descanso insuficiente.

Luego Chapman et al. (2008) explican los efectos de afrontar la carrera a pie después del ciclismo. Afirman que los efectos se reflejan en la activación muscular del corredor, y

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

concretamente enfatizan el tibial anterior ya que han visto que es determinante en el control de la fuerza que realiza el pie durante la carrera, porque permite tomar la posición correcta con relación a la alineación del tobillo. Dicho pues, Chapman et al. (2008) defienden que las alteraciones en esta región corporal tras el ciclismo en algunos triatletas tienen consecuencias sobre la estructura blanda y ósea, excediendo de las cargas soportables en la tibia que significa un factor de riesgo de lesión de fractura por estrés. Sin embargo, los autores encontraron pocas alteraciones biomecánicas de la carrera a pie tras el ciclismo, ya que los triatletas de gran nivel adaptan rápidamente la correcta técnica.

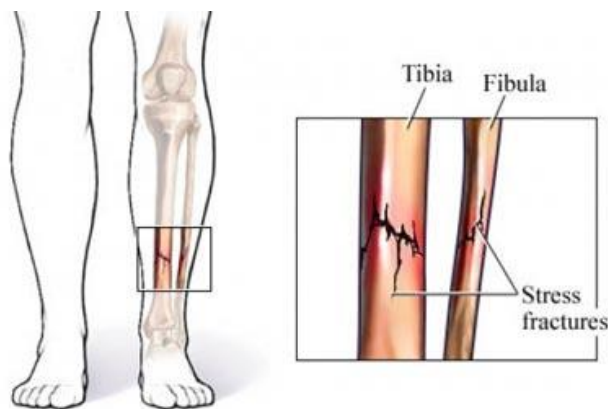


Figura 53. Fractura por estrés en la tibia. (Mayers, 2015)

A continuación da Silva & Gómez (2008) destacan el “síndrome de los isquiosurales acortados”. Dicha afectación condiciona la movilidad de la pelvis, retrocediéndola y afectando a la lordosis lumbar, o cifosis dorsal, restringiendo la flexibilidad de la espalda. En consecuencia conduce a cambios biomecánicos incorrectos en la carrera a pie, ya que tiene un efecto limitativo de flexión de cadera para llevar a cabo la zancada, e igualmente restringe la extensión de rodilla. Dichos cambios pueden repercutir a lesiones en la columna vertebral. En adición, los autores relacionan esta afección con la tendinitis rotuliana y dolor patelofemoral puesto que encuentran relación con la posición de la rodilla.

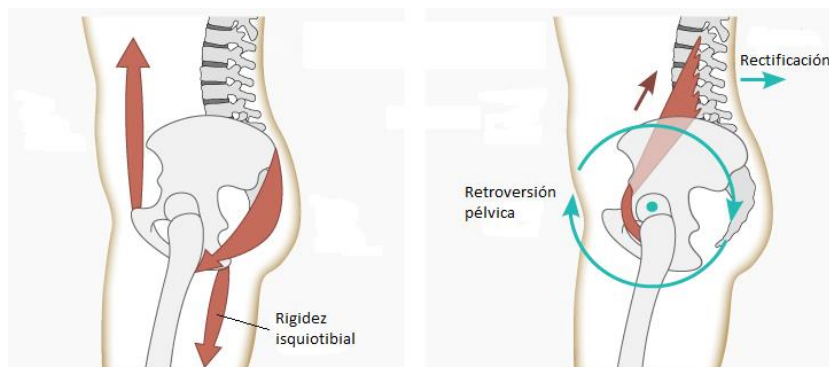


Figura 54. Efecto de los isquiosurales acortados sobre la espalda. (Medspine, 2015)

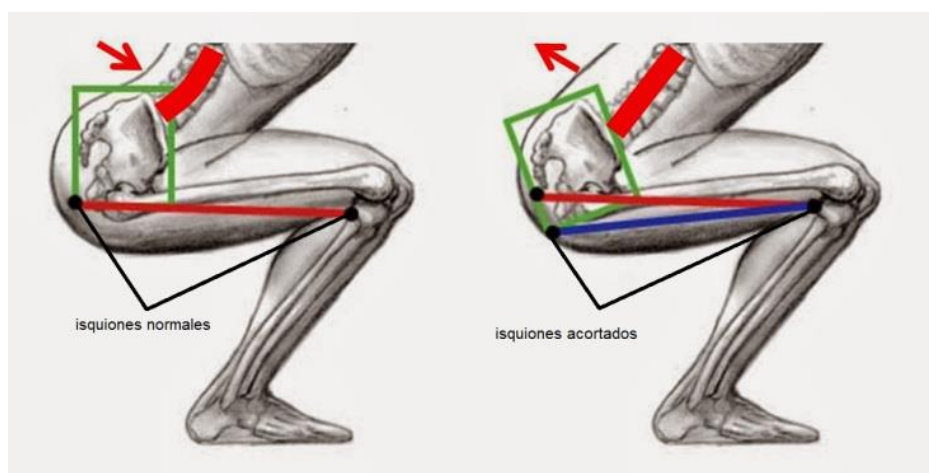


Figura 55. Repercusión de los isquiosurales acortados en ejercicios donde implique movilidad de cadera. («Cuida los isquiotibiales si tienes dolor lumbar.», 2018)

5.4.4 IMPORTANCIA DE LA PREVENCIÓN DE LESIONES EN TRIATLÓN.

Tras la búsqueda bibliográfica se ha encontrado información sobre cadenas musculares implicadas a la hora de realizar el triatlón. La gran parte de los segmentos corporales entran en juego, por lo tanto hay múltiples factores de riesgo que pueden afectar a la predisposición de lesiones en este deporte, ya que se pueden realizarse gestos que, si no se previenen, conllevan al error funcional y entonces aparecen daños en tejidos corporales.

Es por eso que Pomés (2008) defiende que es clave la prevención de ciertas partes del cuerpo que garantice un fortalecimiento y movilidad adecuada para que cada uno de los gestos deportivos puedan llevar a cabo su función correcta, sin provocar una tensión por encima de los límites individuales. También comenta que es importante entrenar la postura corporal

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

mientras nadamos, pedaleamos o corremos ya que repercute a una mayor eficiencia y menor gasto energético, adaptando cada una de las partes corporales según la situación en la que se encuentre el triatleta, de esta manera se reduce el riesgo de lesión. Dicha corrección se lleva a cabo mediante la “posturología”, que permite la valoración de: a) asimetrías corporales, b) la manera en la que el deportista capta la información en diferentes situaciones para después actuar, c) el seguimiento de lesiones mediante plataformas y d) posturas en colaboración con tratamiento fisioterapéutico.

Seguidamente, Klion & Jacobson (2014) destacan que en el triatlón, las lesiones por sobrecarga son las más comunes, sin embargo introduce una ventaja en el triatlón, la carga no siempre se centra en un segmento corporal en concreto, sino que la práctica de tres modalidades diferentes hace compensar la morfología corporal. Además, Klion & Jacobson (2014) añaden que el descanso entre competiciones o sesiones de fortalecimiento como fundamental en la recuperación de los distintos tejidos, pero si no se efectúan los descansos, el organismo no alcanza su reparación y se lesiona, pudiendo provocar afecciones crónicas. También destacan una nutrición que llegue a cubrir demandas energéticas en el entrenamiento y las técnicas de reducción de tensión muscular, puesto que tras las continuas sollicitaciones musculares en estos deportes cíclicos, los músculos pueden entrar en estado de acortamiento, afectando negativamente a la biomecánica del deporte. Es por eso que los autores subrayan un entrenamiento preventivo de lesiones llevado a cabo siguiendo una planificación que incluya descanso, nutrición y técnicas correctas que beneficien el sistema muscular así como métodos que permitan aumentar el rango de movilidad en las articulaciones.

Con respecto a las lesiones más encontradas en triatlón, Carmona et al. (2019) afirman que las relacionadas en la articulación del hombro, a causa de la natación, son comunes. Por lo tanto, dichos autores enmarcan la iniciación deportiva de calidad, atendiendo a las fases sensibles como un correcto procedimiento hacia la futura prevención de lesiones, ya que la técnica en cada deporte se aprende como es debido desde un inicio.

6. OBJETIVOS DEL TFG

Los objetivos de este trabajo se dividen en generales y sus respectivos objetivos específicos.

6.1 OBJETIVOS GENERALES

1. Determinar los aspectos físicos y fisiológicos más importantes en la práctica del triatlón
2. Agrupar ejercicios preventivos y de fortalecimiento enfocados al triatlón
3. Establecer que lesiones son las más habituales en el triatlón

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.1 Establecer mediante una ergogénesis del deporte en cuestión los parámetros fisiológicos a tener en cuenta durante la realización del triatlón.
- 1.2 Determinar qué grupos musculares son más relevantes en la natación, ciclismo y carrera a pie.
 - 1.1 Justificar la importancia de prevención de la lesiones en deportes cíclicos.
 - 1.2 Seleccionar adecuadamente ejercicios preventivos enfocados a la natación, ciclismo y carrera a pie.
 - 1.3 Ordenar los ejercicios dentro de una sesión en función de lo establecido en la bibliografía.
- 3.1 Explicar cómo se producen las lesiones dentro de cada modalidad.
- 3.2 Determinar los factores de riesgo que pueden causar las lesiones en triatlón

7. PROPUESTA DE PREVENCIÓN DE LESIONES EN TRIATLÓN

A continuación se presentan ejercicios específicos para las modalidades que del triatlón, detallando la utilidad que ofrece de cara al rendimiento. Los ejercicios que se plasman en el trabajo están ordenados, comenzando por el calentamiento, seguido de parte principal y post-entrenamiento. Dicha ejercitación tiene el fin de prevenir lesiones y fortalecer cadenas musculares de cara al triatlón.

7.1 SEGMENTO DE NATACIÓN

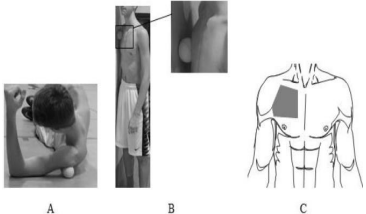


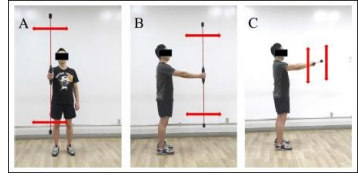
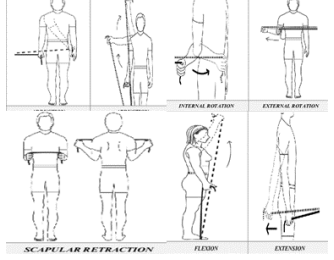
Respecto a la modalidad de natación se propone a continuación, en función de la bibliografía, ejercicios a modo de calentamiento antes de un entrenamiento en el medio acuático o gimnasio. También unos ejercicios que se incluyen con el fin de fortalecer la musculatura principal y unas pautas post-entrenamiento al finalizar una sesión de piscina o fortalecimiento, con el propósito de reducir el riesgo de lesión.

7.1.1 CALENTAMIENTO

Para comenzar, se presenta un calentamiento en la tabla 4 enfocado hacia la puesta a punto de la musculatura principal nombrada en el apartado 5.2.3, que se utilizaría antes de una sesión de natación o fortalecimiento. Dicho calentamiento Clark & Lucett (2011) lo dividen en distintas fases que van en progresión: a) Técnicas de inhibición. b) Movilidad. c) Activación muscular. d) Integración muscular.

Tabla 5.

Calentamiento musculatura de natación.

Fase y ejercicio.	Prescripción de la carga	Representación Gráfica
<p>Inhibición.</p> <p>Liberación miofascial</p>	<p>3 x 1 minuto.</p> <p>1 minuto y 30 segundos recuperación.</p>	 <p>Figura 56. Liberación miofascial. (Le Gal et al., 2018)</p>
<p>Movilidad.</p> <p>“Cat-Camel”</p>	<p>8 repeticiones.</p>	 <p>Figura 57. Cat camel. (Aly et al., 2017)</p>
<p>Activación.</p> <p>Isometría (core y escápula).</p> <p>- Plancha frontal/lateral.</p> <p>Oscilación vertical/lateral en “body-blade”.</p>	<p>4 x 4 segundos.</p> <p>2 segundos de recuperación.</p>	 <p>Figura 58. Plancha isométrica frontal y lateral. (Clark & Lucett, 2011)</p>  <p>Figura 59. Isometría en Body-Blade. (Cho et al., 2018)</p>
<p>Integración.</p> <p>Concéntricos-excéntricos multiplanares.</p>	<p>2 x 10.</p> <p>Descanso de 20 segundos.</p>	 <p>Figura 60. Aducción, abducción, Rot. Interna-externa, flexión-extensión de hombro con therabands. (Капаранова, 2015)</p>

Nota: Fuente: Clark & Lucett (2011), Le Gal et al. (2018), Cho et al. (2018) & Aly et al. (2017)

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Por lo que respecta en la fase de inhibición, el “foam roller” ofrece beneficios en cuanto a la movilidad de las regiones corporales relacionadas con el hombro, además ayuda a que el riego sanguíneo se focalice en dicho segmento corporal, afirma tanto Le Gal et al. (2018) como Clark & Lucett (2011).

En cuanto a la fase de movilidad se incluye el “cat-camel” puesto que es un ejercicio dinámico que reduce la tensión viscosa de la columna vertebral, tensión neural y además promueve la estabilidad del core, esencial para los ejercicios posteriores, aclara Aly et al. (2017). Los autores indican 8 repeticiones como suficientes para lograr su efectividad.

Luego Clark & Lucett (2011) incluyen la fase de activación muscular, y los ejercicios elegidos son la “plancha frontal y lateral” y “oscilaciones en el body-blade”. Aquí se buscan ejercicios isométricos que ayuden a que la coordinación intermuscular, así como la capacidad contráctil y activación de músculos sinergistas, sea óptima de cara a los ejercicios posteriores en la fase de activación y parte principal. En adición, las oscilaciones en el “body-blade” Cho et al. (2018) defienden que se focaliza en la activación muscular isométrica de la estructura global de la escápula, que repercute en los movimientos del hombro. Clark & Lucett (2011) defienden que 4 repeticiones de 4 segundos seguido de 2 segundos de recuperación es suficiente para la activación muscular.

Por último se encuentra la fase de integración, donde ya se pretende que la sincronización de cadenas musculares específicas y familiarizadas en la parte principal sea la adecuada, poniendo énfasis en ejercicios multiplanares para preparar y reeducar la postura del cuerpo dependiendo del plano en que se realice el ejercicio, comentan Clark & Lucett (2011). Es por eso que Cho et al. (2018) introducen ejercicios con bandas elásticas que llevan a ejercitar y activar la musculatura del hombro, escápula y core en distintas posiciones y planos articulares.

7.1.2 ENTRENAMIENTO

A continuación se proponen ejercicios que fortalecen la musculatura en las regiones corporales implicadas en natación y se comentan las ventajas que ofrecen en el rendimiento del deportista.

En primer lugar se recogen ejercitaciones en base a los autores Pink & Tibone (2000), algunas de ellas coinciden en los ejercicios propuestos por Klion & Jacobson (2014) los cuales relacionan el entrenamiento con sus beneficios repercutidos al deportista.

Cabe remarcar que los ejercicios propuestos por Pink & Tibone (2000) se han analizado en electromiografía y se observa que se centran en el conjunto de la musculatura del hombro.

Subrayar que los autores Pink & Tibone (2000) establecen la progresión en la tabla 5 en caso de que el nadador tenga la cintura escapular débil o lesionada, antes de comenzar los entrenamientos en piscina:

- Primero ejercicios de cadena abierta sin peso extra. Progresando añadiendo carga.
- Después cadena cerrada.
- Cuando el fortalecimiento es adecuado, incluir entrenamiento de resistencia en periodos cortos.
- Mejorada la resistencia, se introducen ejercicios con carga extra imitando el gesto deportivo.
- En ausencia de dolor y con un óptimo ritmo escapular, incluir trabajo de piscina de corta distancia y velocidad gestual suave sin movimientos compensatorios.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Tabla 6.

Ejercicios en progresión centrados en la musculatura que contribuye en la natación.


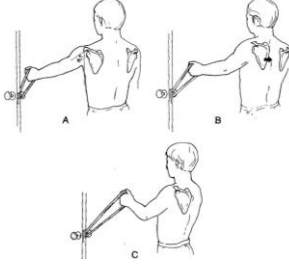

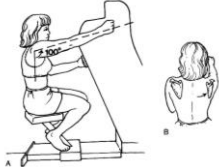
Ejercicio	Prescripción de la carga	Material	Representación Gráfica
<p>1. "Military press". Cadena cinética abierta</p>	<p>3 x 15 repeticiones. Descanso 20 segundos entre series.</p>	<p>Comenzar realizando el movimiento sin peso y a modo de progresión añadir las mancuernas de peso ligero.</p>	
<p>2. Remo horizontal. Cadena cinética abierta</p>	<p>3x15. Descanso de 20 segundos entre serie.</p>	<p>Primero aplicar la cinemática sin resistencia. Después incorporar el tensor elástico de baja resistencia.</p>	
<p>3. "Push-ups". Cadena cerrada</p>	<p>3x12. Descanso 30 segundos.</p>	<p>Primero con el propio peso con rodillas apoyadas en el suelo, luego sin apoyar rodillas.</p>	
<p>4. "Upper extremity ergometer". Resistencia muscular.</p>	<p>1 minuto e ir progresando a medida que avanzan los entrenamientos</p>	<p>Practicar primero la cinemática sin material, más adelante con ergómetro o tensores elásticos.</p>	

Figura 61. "Military press". (Pink & Tibone, 2000)

Figura 62. Remo horizontal a una mano. (Pink & Tibone, 2000)

Figura 63. "Push-ups". (Pink & Tibone, 2000)

Figura 64. "Upper extremity ergometer". (Pink & Tibone, 2000)

Nota: Fuente: Pink & Tibone (2000)

Según Klion & Jacobson (2014) el “Military press” estabiliza la extensión del brazo para alargar la brazada y como consecuencia potencia la posición hidrodinámica y arrastre del agua. Fortalece el deltoides anterior y medio. Este ejercicio sigue la metodología de Pink & Tibone (2000) en la rehabilitación del hombro puesto que se comienza con una cadena cinética abierta.

Siguiendo con la cadena cinética abierta, Pink & Tibone (2000) propone el “remo horizontal”. Ejercicio en el cual Klion & Jacobson (2014) destaca que se fortalecen el deltoides posterior y dorsal ancho, beneficiando la reducción de la fatiga percibida durante la fase de recuperación en los ciclos del nado.

El siguiente ejercicio “Push-ups” o fondos de brazos se introduce como consecuencia de la progresión del ejercicio anterior, cuando el deportista ya no siente dolor o ha mejorado la fuerza, por lo tanto pasa a la cadena cinética cerrada (Pink & Tibone, 2000). Este ejercicio fortalece el pectoral mayor, tríceps braquial, deltoides anterior, ofreciendo al triatleta resistencia y potencia de propulsión en el nado, aclara Klion & Jacobson (2014).

Para concluir la progresión, el ejercicio de resistencia muscular específica en ergómetro ya entra en la planificación, el cual favorece la resistencia funcional de la escápula, fortaleciendo los músculos escapulares y del hombro (Pink & Tibone, 2000).

Seguidamente se ha encontrado en la bibliografía ejercicios de core que, según Iizuka et al. (2016) repercuten en el segmento de natación cuando el triatleta realiza la entrada en el agua. Dichos ejercicios se muestran en la tabla 6 y su finalidad es estabilizar la región lumbar, activar la musculatura profunda del tronco y el comienzo de los primeros metros de natación, llevando, como consecuencia, una posición hidrodinámica del tronco a través de la resistencia acuática. Puede usarse también a modo de calentamiento.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Tabla 7.

Ejercitación del core en natación.

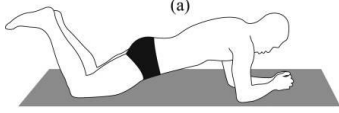
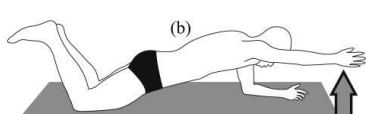
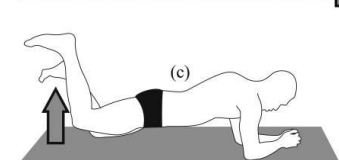
Ejercicio	Carga	Representación gráfica
1. Plancha con rodillas apoyadas.	1. 60 segundos. 15 segundos de descanso.	
2. Con levantamiento alterno de brazos	2. 30 repeticiones. 15 segundos de descanso.	
3. Levantamiento alterno en piernas.	3. 30 repeticiones (Iizuka et al., 2016)	

Figura 65. a) Plancha con rodillas apoyadas. b) plancha rodillas apoyadas y levantamiento alterno de brazos. c) Plancha rodillas apoyadas con levantamiento alterno de piernas. (Iizuka et al., 2016)

Nota: Fuente: Iizuka et al. (2016)

Por otra parte, los autores Bradley et al. (2019) introducen en la tabla 7 un acondicionamiento enfocado en la articulación del hombro con relación a la técnica de “crol”. Dicho acondicionamiento puede llevarse a cabo en distintos niveles de nadadores cuya finalidad es fortalecer la cadena cinética relacionada con el control escapular, así pues se incluyen ejercicios que desarrollan la movilidad y fortalecimiento específico en esta región. Así mismo, recomienda que los ejercicios tengan progresión en cuanto a intensidad y control motor durante las repeticiones. También añade que este entrenamiento es recomendable realizarlo unas 2 o 3 veces a la semana, empezando por el nivel 1 durante las 6 primeras semanas, donde afirma que se evidencian los primeros efectos neuromusculares, siguiendo con el nivel 2 durante las siguientes semanas. Subrayar también que los pesos y resistencias iniciales sean ligeras para poder realizar una correcta técnica.

Tabla 8.

Ejercicios que involucran la cadena cinética relacionada con el crol. Nivel 1 (arriba) Nivel 2 (abajo).

Ejercicio	Carga	Material	Representación Gráfica
<i>"The swim hand plank"</i>	3 x 12 30 segundos de descanso.	Peso corporal.	
<i>"Step and rotate with marching arms"</i>	3 x 15. 30 segundos de descanso.	Tensores elásticos. Step.	
<i>"Overhead squat sequence"</i>	3 x 12. 30 segundos de descanso.	Banda elástica. Fitball. Mancuernas de peso ligero.	
<i>"Prone over a stability ball"</i>	3 x 12. 30 segundos de descanso.	Banda elástica. Fitball.	

Figura 66. "The swim hand plank". (Bradley et al., 2019)

Figura 67. "Step and rotate with marching arms". (Bradley et al., 2019)

Figura 68. "Overhead squat sequence". (Bradley et al., 2019)

Figura 69. "Prone over a stability ball". (Bradley et al., 2019)

Nota: Ejercicios de nivel 1 arriba. Nivel 2 abajo. Fuente: Bradley et al. (2019)

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

En cuanto al “The swim hand plank” promueve la coordinación de la rotación torácica con trabajo de core. Engloba la movilización escapular, importante en las fases del “crol”, favoreciendo la flexibilidad del pectoral y su efecto se evidencia en la disminución de la limitación de rotación escapular.

En segundo lugar “Step and rotate with marching arms” contribuye al fortalecimiento del manguito rotador, favoreciendo la estabilidad de la articulación glenohumeral., coordinándose con la flexión de cadera y extensores de la columna vertebral. La efectividad se observa en la coordinación de piernas con estabilización del tronco para optimizar la acción del miembro superior.

Con respecto al “Overhead squat sequence”, proporciona potencia de propulsión de piernas en el batido y favorece la posición hidrodinámica durante cada ciclo gracias al fortalecimiento del glúteo, extensores de la espalda, trapecio y manguito rotador.

Para concluir con los ejercicios de cadena cinética, Bradley et al. (2019) incluye el “Prone over a stability ball” con el cual fortalece el deltoides, redondo mayor, tríceps, pectoral mayor, dorsal ancho, abdominal, manguito rotador y serrato anterior. Cadena cinética relacionada con la musculatura que estabiliza la fase de inicio (entrada de la mano al agua) y tracción.

Bradley et al. (2019) incluye en la tabla 8 un programa de fortalecimiento específico en la región glenohumeral sin repercusión de grandes cadenas cinéticas.

Tabla 9.

Ejercicios que fortalecen específicamente el manguito rotador.

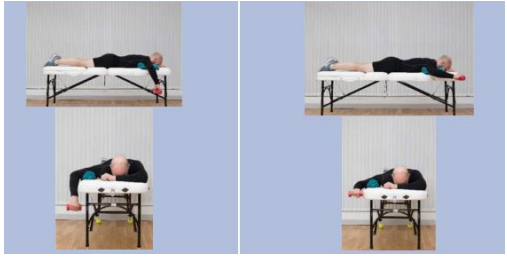
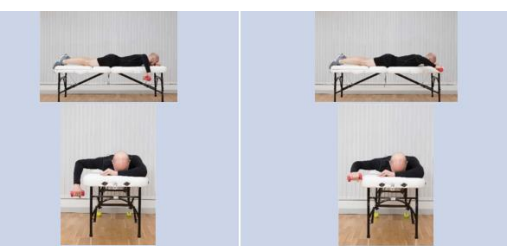
Ejercicio	Carga	Representación gráfica
<p>Rotación glenohumeral externa.</p>	<p>3 x 12 repeticiones. Descanso 30 segundos entre serie.</p>	<p>Nivel 1.</p>
		
		<p>Nivel 2 (retracción escapular)</p>
		

Figura 70. "Rotación glenohumeral externa".
(Bradley et al., 2019)


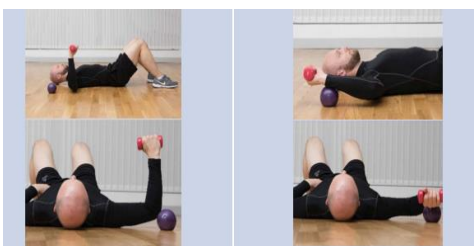
<p>Rotación glenohumeral interna.</p>	<p>3 x 12 repeticiones. Descanso de 30 segundos entre series.</p>	<p>Nivel 1.</p>
		
		<p>Nivel 2. (Protracción escapular)</p>
		

Figura 71. "Rotación glenohumeral interna".
(Bradley et al., 2019)

Nota: Ejercicios de nivel 1 situados arriba. Nivel 2 abajo. Fuente: Bradley et al. (2019)

En relación a la rotación glenohumeral externa, fortalece el supraespinoso, infraespinoso, redondo menor, deltoides, lo cual su finalidad conlleva a estabilizar la articulación glenohumeral.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

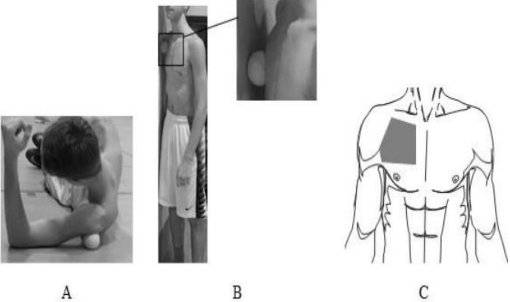


Finalmente en la rotación glenohumeral interna refuerza la musculatura subscapular y deltoides, persiguiendo los mismos fines que el ejercicio anterior.

7.1.3 POST-ENTRENAMIENTO

Luego, en la tabla 9 se realiza un post-entrenamiento con ejercicios suaves que promueven la movilidad de las articulaciones trabajadas en el entrenamiento de fortalecimiento.

Tabla 10.

Vuelta a la calma sesión de natación.

Ejercicio	Prescripción de la carga	Representación gráfica
<p>Liberación miofascial</p>	<p>3 x 1 minuto. 30 segundos de recuperación.</p>	
<p>Cat-camel</p>	<p>8 repeticiones.</p>	
<p>Movilidad lumbar y del pectoral.</p>	<p>3 repeticiones en cada lado de 20 segundos de duración. (Clark & Lucett, 2011)</p>	 <p data-bbox="1034 1724 1177 1742">Figure 7. Chest stretch.</p> <p data-bbox="861 1765 1353 1841">Figura 72. Estiramiento del pectoral. (Pink & Tibone, 2000).</p>

Nota: Fuente: Pink & Tibone (2000), Aly et al. (2017) & Le Gal et al. (2018)

En el apartado de movilidad se indica este estiramiento con el cual Pink & Tibone (2000) defienden que disminuye la rigidez del pectoral mayor y menor, y previene una “postura cifótica” que muchos nadadores padecen. Por otra parte Kumar et al. (2015) denomina este ejercicio como el “trunk rotation in crook lying” y afirma que promueve la movilidad lumbar que, si es adecuada, puede llegar a beneficiar en cuanto a eficiencia de movimiento y funcionalidad articular, además de reeducar el ROM en esta región. Pero el autor señala que los estiramientos no deben sobrepasar el rango final fisiológico de la articulación.

7.2 SEGMENTO DE CICLISMO

Centrándonos en el ciclismo, establecemos un orden en la sesión comenzando en el calentamiento, sugiriendo ejercicios preventivos y correctores para prepararse a realizar ejercicios de la parte principal de la manera óptima y concluyendo también con medidas post-entrenamiento.

7.2.1 CALENTAMIENTO

En base a las fases de calentamiento y corrección postural pre-ejercicio, se incluye el mismo procedimiento que en natación, es decir, siguiendo las respectivas fases, pero atendiendo a segmentos corporales influyentes en ciclismo.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Tabla 11.

Calentamiento sesión ciclismo.

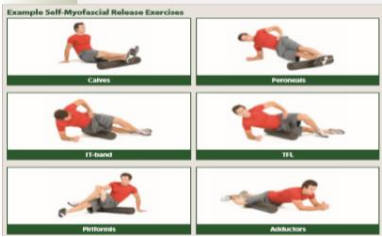
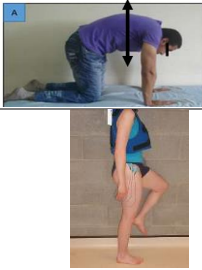



Fase	Prescripción	Representación gráfica
<p>Inhibición Foam Rolling</p>	<p>1 min cada músculo</p>	
<p>Movilidad Cat camel.</p>	<p>8 repeticiones</p>	
<p>Activación Isometría-excéntrico miembro inferior.</p> <ul style="list-style-type: none"> - “press pared” - Isometría-Excéntrico en Flexión-extensión cadera. - Isometría-excéntrico en gastrocnemio. 	<p>4 x 4 segundos. 2 segundos recuperación.</p> <p>8 x 2 segundos isometría. 3 segundos excéntricos.</p>	 
<p>Integración Movimientos multiplanares de cadera en conos.</p>	<p>8 repeticiones.</p>	

Figura 73. Foam rolling. (Clark & Lucett, 2011)

Figura 74. “Press pared”. (O’Sullivan et al., 2013)

Figura 75. Isometría-excéntricos en cadera. (Clark & Lucett, 2011)

Figura 76. Isometría-excéntrico en gastrocnemio. (Clark & Lucett, 2011)

Figura 77. Movimiento de cadera. (Clark & Lucett, 2011)

Nota: Fuente: Clark & Lucett (2011), O’Sullivan et al. (2013) & Aly et al. (2017)

En la fase de activación O'Sullivan et al. (2013) indica el “press de pared” como ejercicio preventivo de cadera, centrado en el glúteo medio. Este se activa mediante una contracción isométrica de la pierna contra la pared, promoviendo posteriormente la cinemática de los miembros inferiores.

Por otra parte Brooks & Cressey (2013) destacan que la activación del glúteo es importante en las actividades físicas que requieren la participación de la cadera, ya que una activación deficiente de este músculo se relaciona con una mala alineación de la articulación que conlleva dolores de espalda y rodilla.

7.2.2 ENTRENAMIENTO

En el ciclismo, una buena prevención es, en la mayoría de los casos, un buen ajuste de la bicicleta con relación al deportista. Sin embargo, existen casos en que los ciclistas padecen déficits de control motor y/o postural que influyen sobre el rendimiento del mismo, provocando lesiones a largo plazo (Gordillo, 2013). Siendo así, se recurre al acondicionamiento preventivo que proponen Iacono et al. (2016) con ejercitaciones focalizadas en el tratamiento y corrección de asimetrías pélvicas que afectan negativamente sobre la estabilidad de la cadera con relación a la rodilla mientras se pedalea, suponiendo pues un factor de riesgo de lesiones por sobrecarga en ciclismo. Es por eso que se necesita firmeza en el miembro inferior para que la transmisión de potencia al pedalear sea eficaz.

En el artículo de Iacono et al. (2016) se observa que utilizan ejercicios de core y de fortalecimiento del miembro inferior para establecer un entrenamiento de 6 semanas. La progresión que proponen consiste en que a partir de la 4ª semana, los ejercicios se realicen con los ojos cerrados o provocando inestabilidad.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Tabla 12.

Ejercicios para prevenir asimetrías cadera-rodilla.


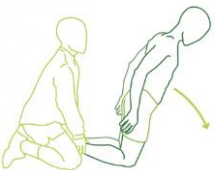
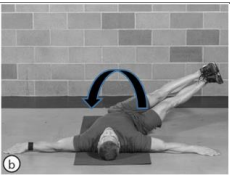
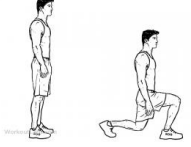


Ejercicios	Prescripción de la carga	Representación gráfica
“Superman kneeling” (bird dog)	3 x 10. 1 minuto recuperación.	
“Nordic hamstrings”	3 x 6 repeticiones. 1 minuto recuperación.	
“Pendulum”	3 x 10 cada lado 1 minuto recuperación.	
“Walking lunge”	3 x 10 repeticiones. 1 minuto recuperación.	
“Static bench + hip extensión”	3 x 20 segundos. 1 minuto recuperación.	
“Lateral balance stance”	3 x 4. Manteniendo 3 segundos. 1 minuto recuperación.	

Figura 78. "Superman kneeling". (Boix, 2018)

Figura 79. "Nordic hamstrings". (Arnet, 2017)

Figura 80. "Pendulum". (Reverse Pendulum Exercise (Including Medicine Ball Twister Variation), 2019)

Figura 81. "Walking lunges". («Dynamic Stretching Exercises for Injury Prevention», 2015)

Figura 82. "Static bench + Hip extension". («Runner's Six-Pack», 2015)

Figura 83. "Lateral balance stance". (Tejasvi, 2016)

Nota: Fuente: Iacono et al. (2016)

Por otra parte se ha encontrado el estudio de Behm et al. (2018) que enmarca el entrenamiento de inestabilidad con pelota suiza como método para reeducar la propiocepción de la rodilla y core en sujetos desentrenados.

El estudio consistió en realizar un programa de entrenamiento 3 días por semana durante 10 semanas y los ejercicios son propuestos por Sekendiz et al. (2010). El estudio de Behm et al. (2018) incluye una evaluación pre y post-entrenamiento para comprobar los resultados mediante un test isocinético y tomando un ángulo de referencia para determinar la desviación de la rodilla y, en consecuencia, evaluar la propiocepción de la misma.

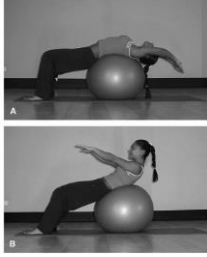

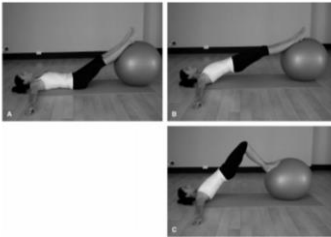
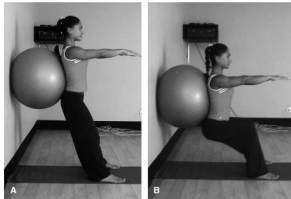
A modo de progresión se aumentan las series, repeticiones o duración del ejercicio a medida que pasan las semanas.

En la tabla 12 se observa el entrenamiento en cuestión.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Tabla 13.

Ejercicios de inestabilidad para la propiocepción de la rodilla.

Ejercicio	Prescripción de la carga	Representación gráfica
<i>“Swiss-ball straight arm crunch”</i>	Primera semana: 2 x 6 repeticiones. 5ª semana: 3x 10. A partir de la semana 10: 3 x 14. Descansos entre serie 30 segundos.	 <p data-bbox="874 678 1353 757">Figura 84. "Swiss-ball straight arm crunch". (Sekendiz et al., 2010)</p>
<i>“Swiss-ball back extension”</i>	Primera semana: 2 x 6 repeticiones. 5ª semana: 3x 10. A partir de la semana 10: 3 x 14. Descansos entre serie 30 segundos.	 <p data-bbox="842 987 1385 1066">Figura 85. "Swiss-ball back extension". (Sekendiz et al., 2010)</p>
<i>“Swiss-ball hamstring curl”</i>	Primera semana: 2 x 6 repeticiones. 5ª semana: 3x 10. A partir de la semana 10: 3 x 14. Descansos entre serie 30 segundos.	 <p data-bbox="842 1426 1385 1505">Figura 86. "Swiaa-ball hamstring curl". (Sekendiz et al., 2010)</p>
<i>“Swiss-ball wall squat”</i>	Primera semana: 2 x 6 repeticiones. 5ª semana: 3x 10. A partir de la semana 10: 3 x 14. Descansos entre serie 30 segundos.	 <p data-bbox="868 1807 1362 1886">Figura 87. "Swiss-ball wall squat". (Sekendiz et al., 2010)</p>

Nota: Fuente: Behm et al. (2018)

Entonces, tras la presentación de este entrenamiento podemos decir que se puede incluir en la iniciación de la práctica del triatlón, para así prevenir o mejorar la alineación rodilla-cadera y, en consecuencia, reducir el riesgo de lesión.

7.2.3 POST-ENTRENAMIENTO

La vuelta a la calma sigue el siguiente procedimiento:

Tabla 14.

Vuelta a la calma sesión ciclismo.

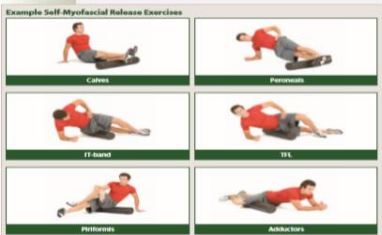



Ejercicio	Prescripción de la carga	Representación gráfica
Foam roller	1 minuto cada músculo	
“Cat-camel”	8 repeticiones	
Movilidad. “Cradle Walk” “Spiderman lunge”	2 x 8 repeticiones cada pierna.	 

Figura 88. "Cradle Walk". (Brooks & Cressey, 2013)

Figura 89. "Spiderman lunge". (Brooks & Cressey, 2013)

Nota: Fuente: Brooks & Cressey (2013), Aly et al. (2017) & Clark & Lucett (2011)

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Con respecto a la movilidad, Brooks & Cressey (2013) seleccionan ejercicios que se pueden incluir en el calentamiento y la vuelta a la calma. Dicho pues, los autores mencionan que es importante ejercitar la cinemática de las articulaciones para disminuir compensaciones articulares que acaban con sobrecarga. En el caso del triatlón, la cinemática de cadera (flexión, extensión, abducción, aducción, rotación externa, rotación interna) es relevante, entonces se proponen los ejercicios que trabajan su movilidad para reeducar el rango óptimo de movimiento (ROM) de esta articulación y de esta manera, ejecutar eficientemente los ejercicios funcionales sin solicitar más de lo debido otras partes del cuerpo.

Entonces Brooks & Cressey (2013) presentan el “cradle walk” para trabajar la rotación externa con flexión de cadera y el “spiderman lunge” la rotación externa con extensión. En adición, los autores afirman que una deficiencia de rotación externa de cadera se relaciona con el “síndrome doloroso patelofemoral”.

7.3 SEGMENTO DE CARRERA A PIE







Por último, la carrera a pie se introduce un ejemplo de progresión hacia una sesión de acondicionamiento muscular específico centrándose en el miembro inferior, comenzando pues con el calentamiento, siguiendo con un entrenamiento y finalizando con vuelta a la calma.

7.3.1 CALENTAMIENTO

El calentamiento de carrera a pie sigue el método de Blagrove et al. (2020). Dichos autores introducen el “Movement skills training (MST)” hacia una sesión de carrera, de fuerza o puede incluirse en la planificación como una sesión independiente. El calentamiento se realiza a modo de circuito, repitiéndolo 2 veces y se focaliza en fundamentos generales y específicos de la carrera a pie, como el equilibrio y estabilidad, movilidad, habilidades generales y especiales del corredor y su activación muscular.

Tabla 15.

Calentamiento carrera a pie.

Ejercicios	Prescripción de la carga	Representación gráfica
"Walk over hurdles"	8 repeticiones	
<p>Figura 90. "Walk over hurdles". («Lennie Waite's Top Steeplechase Drills», 2015)</p>		
"Overhead squat"	8 repeticiones	
<p>Figura 91. "Overhead squat". (Sugar, 2017)</p>		
"Band resisted walk"	8 repeticiones	
<p>Figura 92. "Band resisted walk". (Masters, 2019)</p>		
"Single leg romanian deadlift"	8 repeticiones	
<p>Figura 93. "Single leg romanian deadlift". (Eunice, 2014)</p>		
"Bosu balance"	30 segundos	
<p>Figura 94. "Bosu balance". (Kovar, 2016)</p>		
"Split squat"	8 repeticiones	
<p>Figura 95. "Split squat". (Edwards, 2015)</p>		

Nota: Fuente: Blagrove et al. (2020)

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Para comenzar el calentamiento también podría incluirse el “foam roller” en el miembro inferior 1 minuto cada segmento corporal.

7.3.2 ENTRENAMIENTO

A continuación se proponen 2 sesiones de entrenamiento para la prevención de lesiones en carrera a pie.

En primer lugar Blagrove et al. (2020) introduce el “acondicionamiento específico”. Su finalidad es preparar aisladamente los músculos de la carrera para prevenir lesiones causadas por sobrecarga. Blagrove et al. (2020) comenta que las zonas a trabajar se centran en las articulaciones intrínsecas de los pies, el tríceps sural y tendón de Aquiles, los glúteos, los isquiosurales, el core y estabilizadores de cadera, abductores y rotadores externos. La sesión puede incluirse después de un entrenamiento de carrera o por separado en la planificación del entrenamiento.

Tabla 16.

Acondicionamiento específico en carrera a pie.

Ejercicio	Prescripción de la carga	Representación gráfica
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>"Pogo-jumps"</i> 2. <i>"Mini zig-zag hops"</i> 3. <i>"A-skips"</i> 	<p>1 x 15 metros. Descanso 20 segundos.</p>	<p>Figura 96. "Pogo-jumps" (Kuzma, 2017). "Mini zig-zag hops". (AmrithaPrem, 2018). "A-Skips". (Fraiooli, 2015).</p>
<p><i>"Calf press hold"</i></p>	<p>2 x 60 segundos. Descanso 6 segundos.</p>	<p>Figura 97. "Calf press hold". (Harris, 2019)</p>
<p><i>"Bent leg calf rise"</i></p>	<p>2 x 12 repeticiones. Descanso de 20 segundos.</p>	<p>Figura 98. "Bent leg calf rise". («Exercise of the Day», 2012)</p>
<p><i>"Single leg bridge"</i></p>	<p>2 x 8 repeticiones. Descanso 20 segundos.</p>	<p>Figura 99. "Single leg bridge". (Kuzma, 2017)</p>
<p><i>"Single leg prone hold"</i></p>	<p>2 x 30 segundos. Descanso 15 segundos.</p>	<p>Figura 100. "Single leg prone hold". (Horschig, 2017)</p>
<p><i>"Side plank"</i></p>	<p>2 x 30 segundos 30 segundos descanso.</p>	<p>Figura 101. "Side plank". (Kuzma, 2017)</p>

Nota: Fuente: Blagrove et al. (2020)


Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Por otra parte, Sato & Mokha (2009) añaden un entrenamiento de core 4 veces por semana. Su finalidad es reducir descompensaciones gravitatorias verticales y horizontales durante la carrera, que conllevan a lesiones por sobrecarga en un segmento corporal del miembro inferior. Entonces viene a decir que el acondicionamiento favorece la estabilización de cadera y aumenta la velocidad al optimizar la economía del esfuerzo por incrementar el pico de fuerza en el momento de propulsión horizontal que, a la vez, mejora la movilidad de cadera al comprobarse en el test “Star Exclusion Balance Test (SEBT)”. Los autores defienden que los abdominales, los flexores y extensores de cadera y extensores de columna vertebral son los involucrados en estas ejercitaciones que, como progresión, aumentan su volumen cada 2 semanas en cuanto a series o repeticiones.

A continuación, en la tabla 13 se agrupan los ejercicios y la prescripción de la carga que Sato & Mokha (2009) proponen.

Tabla 17.

Fortalecimiento de core en carrera a pie.

Ejercicio	Prescripción de la carga	Representación gráfica
<i>“Abdominal crunch on a stability ball”</i>	2 semanas: 2 x 10 descanso 25 segundos. Sigüientes 2 semanas: 2 x 15 descanso 25 segundos. A partir de la 4ª semana: 3 x 12 descanso 25 segundos.	 <p data-bbox="954 582 1361 660">Figura 102. "Abdominal crunch on a stability ball". (Schletter, 2014)</p>
<i>“Back extension on a stability ball”</i>	2 semanas: 2 x 10 descanso 25 segundos. Sigüientes 2 semanas: 2 x 15 descanso 25 segundos. A partir de la 4ª semana: 3 x 12 descanso 25 segundos.	 <p data-bbox="890 896 1385 974">Figura 103. "Back extension on a stability ball". (Stability Ball Back Extension, 2007)</p>
<i>“Supine opposite 1-arm/1-leg raise”</i>	2 semanas: 2 x 10 descanso 25 segundos. Sigüientes 2 semanas: 2 x 15 descanso 25 segundos. A partir de la 4ª semana: 3 x 12 descanso 25 segundos.	 <p data-bbox="874 1176 1385 1299">Figura 104. "Supine opposite 1-arm/1-leg raise". («4 Dead Bug Variations to Next Level Core Training», 2017)</p>
<i>“Hip raise on a stability ball”</i>	2 semanas: 2 x 10 descanso 25 segundos. Sigüientes 2 semanas: 2 x 15 descanso 25 segundos. A partir de la 4ª semana: 3 x 12 descanso 25 segundos.	 <p data-bbox="882 1523 1385 1646">Figura 105. "Hip raise on a stability ball". («The Swiss-Ball Workout for Strong Glutes and Powerful Legs», 2018)</p>
<i>“Russian twist on a stability ball”</i>	2 semanas: 2 x 10 descanso 25 segundos. Sigüientes 2 semanas: 2 x 15 descanso 25 segundos. A partir de la 4ª semana: 3 x 12 descanso 25 segundos.	 <p data-bbox="890 1848 1377 1971">Figura 106. "Russian twist on a stability ball". (How to Do Russian Twist on a Swiss Ball Womens Bodybuilding Tips, 2019)</p>

Nota: Fuente: Sato & Mokha (2009)

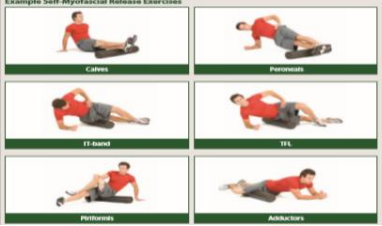


Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

7.3.3 POST-ENTRENAMIENTO

Para el post-entrenamiento de carrera a pie, en la tabla 14 se plasma la siguiente propuesta.

Tabla 18.

Post-entrenamiento carrera a pie.

Ejercicio	Prescripción de la carga	Representación gráfica
<p>“Foam roller”</p>	<p>1 minuto cada músculo</p>	
<p>“Cat-camel”</p>	<p>8 repeticiones</p>	
<p>Movilidad. “Cradle Walk” “Spiderman lunge”</p>	<p>2 x 8 repeticiones cada pierna.</p>	

Nota: Fuente: Brooks & Cressey (2013), Aly et al. (2017) & Clark & Lucett (2011)

8. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

Tras el trabajo elaborado con relación a la prevención de lesiones en triatlón, se ha evidenciado el trabajo de distintas cadenas musculares que contribuyen en la ejercitación de las modalidades del triatlón, de modo que un triatleta puede padecer varias lesiones durante su carrera deportiva.

El deportista que se compromete a entrenar natación, las lesiones del “hombro del nadador” están presentes en esta modalidad deportiva, afirma Perez et al. (2015). Más adelante, en ciclismo, Kotler et al. (2016) indican en la tabla 3 las lesiones con sus factores de riesgo en este deporte, evidenciando una gran variedad de dolencias por sobrecarga en este segmento y por último, la carrera a pie asume un gran abanico de factores de riesgo que mencionan García & Arufe (2003), los cuales repercuten en las lesiones que Mendiola-Anda et al. (1986) destacan. Entonces, para afrontar una temporada en triatlón, Britton (2008) recomienda que el deportista prepare adecuadamente las diversas cadenas cinéticas que repercuten en el rendimiento para minimizar daños en los tejidos. Para ello se han preparado las plantillas de acondicionamiento en el apartado 7.

En primer lugar, en natación vemos que el miembro superior cobra importancia con respecto a la estabilización de la articulación glenohumeral en cada brazada. Pink & Tibone (2000) aclaran que dicha articulación es inestable y está sometida a continuas cargas al realizar con frecuencia los entrenamientos en piscina y en muchas ocasiones esta no se recupera del todo, lo que conlleva a una sobrecarga en la región corporal en cuestión. Es por eso que se incluye la propuesta de Pink & Tibone (2000) sobre la recuperación de una posible lesión en la articulación glenohumeral o como acondicionamiento progresivo hacia un deportista que quiera iniciarse en natación para fortalecer desde un principio el complejo escapular. Luego Bradley et al. (2019) presentan ejercicios para el desarrollo de la cadena cinética del “crol”, necesario para llevar a cabo un buen control motor en la técnica y fluidez biomecánica. Los ejercicios pretenden fortalecer los puntos de unión de la articulación glenohumeral para asegurar su estabilización, también tratan de ayudar a coordinar la funcionalidad de esta articulación con la actividad de otras regiones corporales que influyen en la natación, como el core para garantizar una estabilidad del tronco a través del agua o en los miembros inferiores, para llevar a cabo el batido sin interrupción coordinativa.

En cambio, en el ciclismo vemos que se deben minimizar compensaciones biomecánicas en la cadera-rodilla para garantizar un pedaleo simétrico. Igualmente la carrera a pie requiere equilibrio muscular y fortalecimiento para que la fuerza de la gravedad vertical sea adecuada en relación al centro de gravedad del cuerpo y, de esta manera, que cada zancada lleve a cabo una cinemática estable. Además los estudios recogidos en la bibliografía tienen la tendencia de trabajar el core como principal componente para la prevención de lesiones y que, consecuentemente, su progreso conlleva a que el miembro inferior sea eficaz y potente, ya que los resultados de los test empleados por los autores lo corroboran. No obstante ha sido complicado el apartado 7.2, ya que la información en la bibliografía se relacionaba en mayor medida en la ganancia de rendimiento y explosividad en ciclistas y en repetir el hecho de ajustar las medidas adecuadas en la bicicleta para prevenir lesiones. Entonces pocos informes presentaban entrenamientos específicos para la prevención de lesiones en el ciclismo a consecuencia de la debilidad de la musculatura de los segmentos corporales, de hecho se ha utilizado el entrenamiento de Iacono et al. (2016) dirigido hacia futbolistas, pero las pretensiones del mismo se vinculan con en el propósito de prevenir lesiones por asimetría funcional en el miembro inferior, que tanto ocurre en el ciclismo. Por ejemplo, los resultados del estudio de Iacono et al. (2016) muestran que, tras el entrenamiento de la tabla 11, el test isocinético marcó un aumento en potencia de flexo-extensión en el miembro inferior dentro del grupo experimental y además utilizaron el test CMJ y comprobaron una reducción de asimetrías en relación a la potencia de ambas piernas.

A continuación, la plantilla de entrenamiento de carrera a pie agrupa ejercicios propuestos por Sato & Mokha (2009). La hipótesis que plantearon en mejorar el tiempo en el 5.000m de carrera a pie en base a un entrenamiento de core se evidenció, ya que los atletas que participaron en el entrenamiento en cuestión redujeron el tiempo en recorrer esta distancia (distancia en el segmento de carrera a pie en triatlón sprint). Con ello mejoraron la cinemática y estabilidad de los miembros inferiores al observar el desarrollo del “Star Exclusion Balance Test”.

Es importante establecer el momento adecuado para llevar a cabo los entrenamientos propuestos. Según Britton (2008) las sesiones que se han presentado en este trabajo con sus respectivos ejercicios y cargas coinciden con las características del periodo “Off-Season”, justo antes de entrar en “pre-temporada”, y tendría una duración de unas 4-6 semanas, con frecuencia de 2-3 días a la semana. En este periodo, el autor defiende que las cargas deben ser bajas-

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

moderadas, entre un 55-70% de 1RM, realizando muchas repeticiones, concretamente entre unas 10-30 y así producir hipertrofia. La peculiaridad del acondicionamiento es crear una base de reforzamiento muscular para que los puntos de unión de las articulaciones estén preparados para futuras cargas. En cambio, los mismos entrenamientos también pueden realizarse a lo largo de la temporada, reduciendo la frecuencia (1-2 días a la semana), la intensidad (40-60% 1RM), y series/repeticiones (2x10-25) para mantener el tono muscular sin que decaiga la fortaleza de los tejidos.

Entonces, el conjunto de plantillas de entrenamiento plasmadas en el trabajo, se observa que los autores enfatizan desarrollar el segmento somático central del deportista con relación al miembro inferior y superior, dependiendo de la cadena cinética comprometida hacia la carga. Dichas regiones corporales necesitan estabilización de fuerza y movilidad para minimizar sobrecargas y lesiones durante el periodo deportivo del triatleta. Es por eso que se han incluido plantillas de entrenamiento ordenadas y justificadas que, a la vez, defienden en que parte del cuerpo se focaliza el acondicionamiento propuesto, dependiendo de qué modalidad del triatlón a tratar.

9. CONCLUSIÓN

Tras la realización del trabajo podemos decir si se han cumplido los objetivos esperados en el apartado 6 y destacar el desarrollo de las competencias marcadas anteriormente.

En cuanto a los objetivos, el primero de ellos el cual es determinar los aspectos físicos y fisiológicos importantes del triatlón, se desempeña mediante la representación de la ergogénesis, que muestra parámetros fundamentales del rendimiento del triatlón y, por otra parte, se ha expuesto la musculatura principal contribuyente en natación, ciclismo y carrera a pie. De esta manera se realiza la propuesta, realizando una búsqueda bibliográfica relacionada en la base informativa del marco teórico. En segundo lugar se agrupan ejercicios preventivos y de fortalecimiento enfocados al triatlón. Dicho objetivo se efectúa teniendo en cuenta la metodología de entrenamiento de cada autor y verificación del mismo, es decir, se revisan las hipótesis y sus resultados en cada uno de ellos para, en función de ello, justificar la utilidad que presentan en el rendimiento y situarlos dependiendo a que modalidad se dirige el acondicionamiento. Terminando con los objetivos, se representan lesiones recurrentes en el triatlón teniendo en cuenta la cadena cinemática activada. Dicho pues, se ha comprobado que, dependiendo del gesto del deportista, existen múltiples factores de riesgo que conllevan a posibles lesiones. Sin embargo se constata a través de la bibliografía que los riesgos que se mencionan en el trabajo pueden minimizarse, de ahí la propuesta de prevención de lesiones.

Finalmente el trabajo ha sido útil en referencia a los conocimientos de ejercicios funcionales, sus nomenclaturas, la manera de realizarlos, los resultados que se esperan en cada uno de ellos y el momento adecuado para realizarlos, igualmente se han obtenido competencias en cuanto a la búsqueda de información científica a través de bases de datos y libros. Por lo cual, las competencias han mejorado a lo largo del periodo en el que se ha realizado el trabajo.

10. BIBLIOGRAFÍA

- 4 Dead Bug Variations to Next Level Core Training. (2017, diciembre 4). *AMP Fitness*.
<https://ampfitness.com/4-dead-bug-variations-next-level-core-training/>
- Aguilera, S. P., & Enero, Y. V. (2015). Análisis técnico del estilo de nado crol. *Journal of Movement and Health (JMH)*, 16(1), 41-46.
- Alfaro, V. (2018). *Fascitis plantar. Conoce cómo prevenir y tratar esta inflamación del pie*. Podoactiva. Líderes en Podología. <https://www.podoactiva.com/es/blog/fascitis-plantar-conoce-como-prevenir-y-tratar-esta-inflamacion-del-pie>
- Aly, S. M., El-Mohsen, A. M. A., & El Hafez, S. M. (2017). Effect of six weeks of core stability exercises on trunk and hip muscles' strength in college students. *International Journal of Therapies and Rehabilitation Research*, 6(2), 9.
- AmrithaPrem. (2018, abril 30). Zig-Zag Hops and Zucchini – Summer Special AtoZ April Writing Challenge. *Ink and Diary*. <https://amrithaprem.wordpress.com/2018/04/30/zig-zag-hops-and-zucchini-summer-special-atoz-april-writing-challenge/>
- Angelo, M., Filho, J., & Novaes, J. (2003). Características antropométricas, dermatoglíficas y fisiológica del atleta de triatlón. *Fitness & Performance Journal*, 2, 49-57.
<https://doi.org/10.3900/fpj.2.1.49.s>
- Arnet, J. (2017). *Try This Revolutionary Exercise to Prevent Hamstring Injuries! - Spine Care News & Articles—Virginia Therapy & Fitness Center*. Virginia Therapy & Fitness Center. <https://www.vtfc.com/vtfc/news/try-this-revolutionary-exercise-to-prevent-hamstring-injuries>
- Bahr, R., & Maehlum, S. (2007). *Lesiones Deportivas / Sports Injuries: Diagnostico, Tratamiento Y Rehabilitacion / Diagnostic, Treatment and Rehabilitation*. Madrid: Ed. Médica Panamericana.

- Ballabriga, S. N., Aparicio, A. V., Sanz, C. M., & García, T. M. (2004). Actividad eléctrica muscular en la marcha a distintas velocidades y en la carrera. *Biomecánica*, *12*(1), 10–23.
- Barrena, E. G., Ampuero, J. C., & Hernández, P. (2019). Traumatismos articulares: Contusiones, esguinces y luxaciones. En (José Enrique Gómez Barrena. Ed) *Traumatología Y Ortopedia: Generalidades* (, pp. 235-244). Barcelona: Elsevier Health Sciences.
- Behm, D. G., Ozdemir, R. A., Korkusuz, F., Cuğ, M., & Ak, E. (2018). Efecto del Entrenamiento Inestable sobre la Propiocepción de la Articulación de la Rodilla y la Fuerza Central (Core). *Revista de Educación Física*, *36*(3), 1. <https://g-se.com/efecto-del-entrenamiento-inestable-sobre-la-propiocepcion-de-la-articulacion-de-la-rodilla-y-la-fuerza-central-core-1472-sa-657cfb2721adce>
- Blagrove, R. C., Howe, L. P., Howatson, G., & Hayes, P. R. (2020). Strength and Conditioning for Adolescent Endurance Runners. *Strength & Conditioning Journal*, *42*(1), 2–11. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000425>
- Boix, M. (2018). *Protocolo de actividad física para tratar la hernia discal*. MIGUEL BOIX HEALTH TRAINER. <https://www.bfitbarcelona.com/post/2018/03/22/ejercicios-para-tratar-la-hernia-discal>
- Bradley, J., Kerr, S., Bowmaker, D., & Gomez, J.-F. (2019). A Swim-Specific Shoulder Strength and Conditioning Program for Front Crawl Swimmers. *Strength & Conditioning Journal*, *41*(4), 1–17. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000457>
- Britton, A. (2008). Strength Training Periodization for Triathletes. *Strength & Conditioning Journal*, *30*(2), 65–66. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31816a8575>
- Brooks, T., & Cressey, E. (2013). Mobility Training for the Young Athlete. *Strength & Conditioning Journal*, *35*(3), 27–33. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182823435>
- Bursitis subacromial*. (2013, agosto 21). Central Coast Orthopedic Medical Group. <https://centralcoastortho.com/es/patient-education/subacromial-bursitis/>

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Bursitis trocantérica. (2019). PROCADERA. <http://www.procadera.com/index.php/bursitis-trocanterica>

Cámara, F. (2007). Síndrome doloroso patelofemoral. *Ortho-tips*, 3(1), 7-11.

Campillo Ibáñez, M. A., & Zabala Ferrer, S. (2003). Las metatarsalgias. *Revista Española de Reumatología*, 30(9), 478-488.

Cano, L. A., Zafra, A. O., & Toro, E. O. (2010). Efectos de las lesiones sobre las variables psicológicas en futbolistas juveniles. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 42(2), 265–277.

Carbajal, G. (2010). *TECNICA DE CROL (CRAWL)—LOS BRAZOS*. <http://www.triatlonrosario.com/2010/01/tecnica-de-crol-crawl-los-brazos.html>

Carmona, M. J. C., Ruiz, Y. B., & González, E. V. (2019). Programa de prevención de lesiones para la mejora de la salud articular del hombro en jóvenes triatletas. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 35, 80-86.

Caty, V., Aujouannet, Y., Hintzy, F., Bonifazi, M., Clarys, J. P., & Rouard, A. H. (2007). Wrist stabilisation and forearm muscle coactivation during freestyle swimming. *Journal of electromyography and kinesiology*, 17(3), 285–291.

Cejuela, R., Antonio, J., Gerardo, J., Manuel, J., & Antonio, J. (2007). Análisis de los factores de rendimiento en triatlón distancia sprint. *Journal of Human Sport and Exercise*, 2(2), 1-25. <https://doi.org/10.4100/jhse.2007.22.01>

Chapman, A. R., Vicenzino, B., Blanch, P., Dowlan, S., & Hodges, P. W. (2008). Does cycling effect motor coordination of the leg during running in elite triathletes? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(4), 371-380. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.02.008>

Cho, J., Lee, K., Kim, M., Hahn, J., & Lee, W. (2018). The Effects of Double Oscillation Exercise Combined with Elastic Band Exercise on Scapular Stabilizing Muscle Strength and Thickness in Healthy Young Individuals: A Randomized Controlled Pilot Trial. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(1), 7-16.

Cintura pélvica humana. (2020). Recuperado 2 de abril de 2020, de <http://www.sabelotodo.org/anatomia/cinturapelvica.html>

Clansey, A. C., Hanlon, M., Wallace, E. S., & Lake, M. J. (2012). Effects of Fatigue on Running Mechanics Associated with Tibial Stress Fracture Risk. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(10), 1917–1923. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318259480d>

Clark, M., & Lucett, S. (2011). *NASM Essentials of Corrective Exercise Training* (Michael Clark & Scott Lucett). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

Cómo correr más y mejor. Las fases de la carrera. (2011, agosto 31). *águeda climent*. <https://aguedacp.wordpress.com/2011/08/31/como-correr-mas-y-mejor-las-fases-de-la-carrera/>

Complete Anatomy | advanced 3D anatomy platform. (2020). 3d4medical. <https://3d4medical.com/>

López, S., (2018). *Fisioterapia online.* <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/concepto-core-estabilizacion-lumbopelvica>

Consejos para cuidar en el ciclismo el suelo pélvico en el hombre. (2015, septiembre 28). *Salud Pélvica.* <https://saludpelvica.com/consejos-para-cuidar-en-el-ciclismo-el-suelo-pelvico-en-el-hombre/>

Cuida los isquiotibiales si tienes dolor lumbar. (2018, febrero 2). *CicloTurismoVivo.* <https://cicloturismovivoblog.com/2018/02/02/isquiotibiales-dolor-lumbar/>

da Silva Dias, R., & Gómez-Conesa, A. (2008). Síndrome de los isquiotibiales acortados. *Fisioterapia*, 30(4), 186-193. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2008.07.004>

Daries Alfonso, C. (2019). *Estudio cineantropométrico, nutricional y ergogénico de deportistas de triatlón* [Tesis Doctoral]. Universidad de Valencia, Valencia. <http://roderic.uv.es/handle/10550/72690>

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

- Díaz, P., Buceta, J. M., & Bueno, A. M. (2009). Situaciones estresantes y vulnerabilidad a las lesiones deportivas: Un estudio con deportistas de equipo. *Revista de Psicología del Deporte, 14*(1), 7-24.
- Dorado, A. C., & García, O. G. (2014). Los factores de rendimiento en triatlón como base para la detección de talentos. *Revista Española de Educación Física y Deportes, 407*, 49–60.
- Dynamic Stretching Exercises for Injury Prevention. (2015, febrero 18). *Stadium Sports Physiotherapy*. <http://www.stadiumsportsphysio.com.au/dynamic-stretching-exercises-injury-prevention/>
- Edwards, C. (2015, noviembre 29). *Progressing the Split Squat*. Edwards Training Systems. <https://edwardstrainingsystems.com/2015/11/29/progressing-the-split-squat/>
- Eunice. (2014, mayo 21). Exercise of The Week: Single Leg Deadlift. *Eunicakes*. <https://eunicakes.wordpress.com/2014/05/21/exercise-of-the-week-single-leg-deadlift/>
- Exercise of the Day: Day 4 - Calf Raises with Bent Leg. (2012, julio 4). *Exercise of the Day*. <http://pilatesexerciseoftheday.blogspot.com/2012/07/day-4-calf-raises-with-bent-leg.html>
- Fernández, M. D., Saínz, A. G., & Garzón, M. C. (2007). *Entrenamiento físico-deportivo y alimentación* (M. Delgado Fernández, A. Gutiérrez Sainz, M. J. Castillo Garzón. Universidad de Granada: Editorial Paidotribo.
- Formosa, D., Mason, B. R., & Burkett, B. J. (2010). Measuring active drag within the different phases of front crawl swimming. *Proceedings of the XIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming, 82–84*.
- Fraioli, M. (2015, mayo 21). Running Form Drill: The Basics of A-Skips. *PodiumRunner*. <https://www.podiumrunner.com/training/the-basics-of-a-skips/>
- García, J. L., & Arufe, V. (2003). Análisis de las lesiones más frecuentes en pruebas de velocidad, medio fondo y fondo. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, 3*(12), 260-207.

- González, E. (2016). *Síndrome de la cintilla iliotibial «Rodilla del corredor»*. Podoactiva. Líderes en Podología. <https://www.podoactiva.com/es/blog/sindrome-de-la-cintilla-iliotibial-rodilla-del-corredor>
- González Iturri, J. J. (1998). Lesiones musculares y deporte. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 4(2), 39-44. <https://doi.org/10.1590/S1517-86921998000200002>
- González-Parra, G., Mora, R., & Hoeger, B. (2013). Maximal oxygen consumption in national elite triathletes that train in high altitude. *Journal of Human Sport and Exercise*, 8(2), 342-349. <https://doi.org/10.4100/jhse.2012.82.03>
- Gordillo, Y. A. (2013). Lesiones típicas en ciclismo. *Sport Training Magazine*, 52, 24–29.
- Gregor, R., & Conconi, F. (2000). Chapter 1 Anatomy, biochemistry and physiology of road cycling. En (Robert J. Gregor & Francesco Conconi. Ed) *Handbook of Sports Medicine and Science: Road Cycling*, (pp. 1-17). Oxford: Blackwell Science. <http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=3493ac81f59e0bcafba62da79f54a7f8>
- Harris, N. (2019). *How To Do Calf Raises*. Coach. <https://www.coachmag.co.uk/go/6758>
- Heikki, K., Avela, J., & Komi, P. (2005). Changes in muscle activity with increasing running speed. *Journal of Sports Sciences*, 23(10), 1101-1109. <https://doi.org/10.1080/02640410400021575>
- Heinlein, S. A., & Cosgarea, A. J. (2010). Biomechanical Considerations in the Competitive Swimmer's Shoulder. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 2(6), 519-525. <https://doi.org/10.1177/1941738110377611>
- Hidalgo, J. L. (2003). Biomecánica del triatlón de distancia olímpica. *Lecturas: Educación física y deportes*, 58, 8.
- Horschig, D. A. (2017, octubre 7). *Fixing Hip Flexor Pain*. Squat University. <https://squatuniversity.com/2017/10/07/fixing-hip-flexor-pain/>
- How to Do Russian Twist on a Swiss Ball | Womens Bodybuilding Tips*. (2019). Women's Building Tips. <https://www.womensbodybuildingtips.com/how-to-do-russian-twist-on-a-swiss-ball/>

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Hue, O., Gallais, D. L., Chollet, D., & Préfaut, C. (2000). Ventilatory Threshold and Maximal Oxygen Uptake in Present Triathletes. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 25(2), 102-113. <https://doi.org/10.1139/h00-007>

Iacono, A. D., Padulo, J., & Ayalon, M. (2016). Core stability training on lower limb balance strength. *Journal of Sports Sciences*, 34(7), 671-678. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1068437>

Iizuka, S., Imai, A., Koizumi, K., Okuno, K., & Kaneoka, K. (2016). IMMEDIATE EFFECTS OF DEEP TRUNK MUSCLE TRAINING ON SWIMMING START PERFORMANCE. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(7), 1048-1053.

Isusi, M., Oleaga, L., Campo, M., & Grande, D. (2007). Hallazgos en resonancia magnética en el síndrome de fricción de la banda iliotibial. A propósito de dos casos. *Radiología*, 49(6), 433-435. [https://doi.org/10.1016/S0033-8338\(07\)73816-X](https://doi.org/10.1016/S0033-8338(07)73816-X)

Johnson, J. N., Gauvin, J., & Fredericson, M. (2003). Swimming Biomechanics and Injury Prevention: New Stroke Techniques and Medical Considerations. *The Physician and Sportsmedicine*, 31(1), 41-46. <https://doi.org/10.3810/psm.2003.01.165>

Junquera, M. (2013). *¿Qué es la tendinitis del bíceps?* FisioOnline. <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/que-es-la-tendinitis-del-biceps>

Jurnet, I. P. (2016). La tendinitis bicipital. *Shencorpore*. <https://shencorpore.es/la-tendinitis-bicipital/>

Klion, M., & Jacobson, T. (2014). *Anatomía del Triatleta* (David Domingo). Madrid: Ediciones Tutor.

Klion, M., & Jacobson, T. (2014). Prevención de lesiones. En (David Domingo. Ed) *Anatomía del Triatleta*, (pp. 183-203). Madrid: Ediciones Tutor.

Klion, M., & Jacobson, T. (2014). Segmento Somático Central. En (David Domingo. Ed) *Anatomía del Triatleta*, (pp. 79-100). Madrid: Ediciones Tutor.

- Kotler, D. H., Babu, A. N., & Robidoux, G. (2016). Prevention, Evaluation, and Rehabilitation of Cycling-Related Injury. *Current Sports Medicine Reports*, 15(3), 199–206. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000262>
- Kovar, E. (2016). 7 Basic BOSU Balance Exercises. /education-and-resources/professional/expert-articles/5819/7-basic-bosu-balance-exercises/
- Krishnan, S. G., Hawkins, R. J., & Warren, R. F. (2004). *The shoulder and the overhead athlete* (Sumant G. Krishnan, Richard J. Hawkins, Russell F. Warren. Ed). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Kumar, T., Kumar, S., Nezamuddin, M., & Sharma, V. P. (2015). Efficacy of core muscle strengthening exercise in chronic low back pain patients. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 28(4), 699-707. <https://doi.org/10.3233/BMR-140572>
- Kuzma, C. (2017, mayo 31). 6 Moves to Build Springiness and Strength. Runner's World. <https://www.runnersworld.com/training/g20854232/6-moves-to-build-springiness-and-strength/>
- Lauer, J., Figueiredo, P., Vilas-Boas, J. P., Fernandes, R. J., & Rouard, A. H. (2013). Phase-dependence of elbow muscle coactivation in front crawl swimming. *Journal of electromyography and kinesiology*, 23(4), 820–825.
- Le Gal, J., Begon, M., Gillet, B., & Rogowski, I. (2018). Effects of Self-Myofascial Release on Shoulder Function and Perception in Adolescent Tennis Players. *Journal of Sport Rehabilitation*, 27(6), 530-535. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0240>
- Lennie Waite's top steeplechase drills. (2015, octubre 22). AW. <https://www.athleticsweekly.com/featured/lennie-waites-top-steeplechase-drills-34699/>
- Leyes, M., & Forriol, F. (2012). La rotura del manguito rotador: Etiología, exploración y tratamiento. *Trauma Fund MAPFRE*, 23(1), 39–56.
- LOCOS DEL CYCLING: «SÍNDROME DE LOS PIES CALIENTES». METATARSALGIA. (2014, enero 22). *LOCOS DEL CYCLING*. <http://locosdelcycling.blogspot.com/2014/01/sindrome-de-los-pies-calientes.html>

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

- López, D., & Alonso, J. (2003). El triatlón: Un acercamiento a sus orígenes ya los factores que determinan su rendimiento. *Revista Digital-Buenos Aires*, 66, 1.
- López de la Iglesia, J., García Andrés, L. E., & Medina Martos, M. (2001). Fisioterapia del hombro doloroso. *FMC - Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, 8(4), 266-280. [https://doi.org/10.1016/S1134-2072\(01\)75405-9](https://doi.org/10.1016/S1134-2072(01)75405-9)
- Martens, J., Figueiredo, P., & Daly, D. (2015). Electromyography in the four competitive swimming strokes: A systematic review. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 25(2), 273-291. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.12.003>
- Masters, M. (2019, febrero 2). *Turn Your Walk Into a Resistance Band Workout*. Fitbit Blog. <https://blog.fitbit.com/resistance-band-workout/>
- Mayers, C. (2015). *Fractura por sobrecarga—Cancer Care of Western New York*. Cancer Care of Western New York. <https://www.cancercarewny.com/content.aspx?chunkiid=103471>
- Medspine, C. (2015, septiembre 24). *¿Cómo afectan los isquiotibiales a tu espalda?* www.medspine.es. <http://www.medspine.es/isquiotibiales-y-espalda/>
- Mellion, M. B. (1991). Common Cycling Injuries: Management and Prevention. *Sports Medicine*, 11(1), 52-70. <https://doi.org/10.2165/00007256-199111010-00004>
- Mendiola-Anda, C., Díaz-Cisneros, F. J., & Rivera-Cisneros, A. E. (1986). Reporte de lesiones encontradas en corredores de medio y gran fondo. *Salud Pública de México*, 28(4), 387-392.
- Migliorini, S. (Ed.). (2020). *Triathlon Medicine* (Sergio Migliorini, Ed). Lausanne: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-22357-1>
- Millet, G. P., Vleck, V. E., & Bentley, D. J. (2009). Physiological Differences Between Cycling and Running: Lessons from Triathletes. *Sports Medicine*, 39(3), 179-206. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939030-00002>

Monasterio, A. (2016). *MUSCULO TIBIAL ANTERIOR*. Blog de Fisioterapia.

<https://www.blogdefisioterapia.com/musculo-tibial-anterior/>

Mulder, J. D. (1951). THE CAUSATIVE MECHANISM IN MORTON'S METATARSALGIA. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 33-B(1), 94-95. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.33B1.94>

Ortega, F. Z., García, R. F., Zagalaz, J. C., Girela, D. L., & Cortés, A. J. P. (2014). Aspectos psicossomáticos implicados en las lesiones deportivas. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 14(2), 81-88.

O'Sullivan, K., Smith, S. M., & Sainsbury, D. (2013). Análisis Electromiográfico de las Tres Subdivisiones del Glúteo Medio Durante Ejercicios con Soporte de Peso Corporal. *PubliCE*. 0, 13. <https://g-se.com/analisis-electromiografico-de-las-tres-subdivisiones-del-gluteo-medio-durante-ejercicios-con-soporte-de-peso-corporal-1556-sa-G57cfb27228a9c>

Perez, C. Z., Sanfilippo, L. A., & Jivelekian, A. C. (2015). LESIONES Y ACCIDENTES DEPORTIVOS EN NADADORES FEDERADOS. *ISDe Sports Magazine*, 7(24), 8. <http://www.isde.com.ar/ojs/index.php/isdesportsmagazine/article/view/133>

Pérez, O. M., Ortiz Rivera, T., Sarmiento de la Guardia, M., Ortiz Estanque, E. B., & Acosta Rivera, W. (2009). Tratamiento acupuntural de la bursitis subdeltoidea calcificada en la atención primaria de salud. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 25(3), 153-159.

Phelps, S. (2006). *The creation and development of an international sport federation: A case study of the International Triathlon Union from 1989–2000* (Tesis doctoral). The Florida State University, Florida.

Pink, M. M., & Tibone, J. E. (2000). THE PAINFUL SHOULDER IN THE SWIMMING ATHLETE. *Orthopedic Clinics of North America*, 31(2), 247-261. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(05\)70145-0](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(05)70145-0)

Pomés, M. T. (2008). Postura y deporte. La importancia de detectar lesiones y encontrar su verdadera causa. *Revista IPP*, 1(1), 3.

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Reverse Pendulum Exercise (Including Medicine Ball Twister Variation). (2019, enero 28). National Strength and Conditioning Association. <https://www.nscs.com/education/articles/kinetic-select/reverse-pendulum-exercise-including-medicine-ball-twister-variation/>

Rosas, M. R. (2011). Lesiones deportivas. *Clínica y Tratamiento*. Recuperado de: http://www.dfarmacia.com/farma/ctl_servlet, 30(3), 36-42.

Runner's Six-Pack: 6 Exercises to Add to your Running Routine. (2015, junio 24). *The Beacon Hill Athletic Clubs Blog*. <https://beaconhillathleticclubs.wordpress.com/2015/06/24/runners-six%20adpack-6-exercises-to-add-to-your-running-routine/>

Sánchez, K. T. R. (2014). Condromalacia rotuliana. *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*, 71(611), 551-553.

Sato, K., & Mokha, M. (2009). Does Core Strength Training Influence Running Kinetics, Lower-Extremity Stability, and 5000-m Performance in Runners? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 133-140. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818eb0c5>

Savelberg, H. H. C. M., & Meijer, K. (2003). Contribution of mono- and biarticular muscles to extending knee joint moments in runners and cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 94(6), 2241-2248. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01001.2002>

Schabort, E. J., Killian, S. C., Gibson, A. S. C., Hawley, J. A., & Noakes, T. D. (2000). Prediction of triathlon race time from laboratory testing in national triathletes: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(4), 844-849. <https://doi.org/10.1097/00005768-200004000-00018>

Schmidt, R. (2017). 3 TRUCOS PARA RECUPERARTE DE UNA PERIOSTITIS TIBIAL. *Marathon Ranking*. <https://www.marathonranking.com/noticias/3-trucos-para-recuperarte-de-una-periostitis-tibial/>

Sekendiz, B., Cug, M., & Korkusuz, F. (2010). Effects of Swiss-Ball Core Strength Training on Strength, Endurance, Flexibility, and Balance in Sedentary Women. *The Journal of*

- Strength & Conditioning Research*, 24(11), 3032–3040.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d82e70>
- Silván, H. (2001). *Manual de lesiones del corredor* (Hernan Silván). Madrid: GRUPO ATRHAX CORRICOLARI.
- Síndrome del manillar o neuropatía del cubital.* (2017).
<https://www.triatlonnoticias.com/articulos-fisioterapia/sindrome-del-manillar-neurologia-cubital/>
- So, R. C. H., Ng, J. K.-F., & Ng, G. Y. F. (2005). Muscle recruitment pattern in cycling: A review. *Physical Therapy in Sport*, 6(2), 89-96.
<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2005.02.004>
- Stability Ball Back Extension.* (2007, noviembre 29). Women’s Health.
<https://www.womenshealthmag.com/fitness/a20697454/stability-ball-back-extension/>
- Sugar, J. (2017, mayo 12). *Squat With Overhead Reach*. POPSUGAR Fitness UK.
<https://www.popsugar.co.uk/node/43528645>
- Tejasvi, L. (2016). Stretching-lateral lunges. *Spyn*. <https://spyn.co/blog/roger-federer-training-routine/stretching-lateral-adductor-squat/>
- Tendinitis Aquilea.* (2015). Colombia Corre.
<https://colombiacorre.com.co/entrenamiento/lesiones-comunes/895-tendinitis-aquilea.html>
- The Swiss-Ball Workout for Strong Glutes and Powerful Legs. (2018, febrero 19). *Men’s Journal*. <https://www.mensjournal.com/health-fitness/swiss-ball-workout-strong-glutes-and-powerful-legs/>
- Torreno, F., Paus, V., & Cedola, J. (2010). Fracturas por estrés en deportistas. *Rev la Asoc argentina Traumatol del Deport*, 18–23.
- Torrijos, A., Abian Vicen, J., Abian Vicen, P., & Abian, M. (2009). El tratamiento de la fascitis plantar. *Journal of Sport and Health Research*, 1(2), 123-131.
<https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/14712>

Propuesta de prevención de lesiones en triatlón por segmento.

Ugalde, P. B., Briceño, M. C., & Navarrete, C. G. (2016). Tendinitis rotuliana (rodilla del saltador). *Revista Médica de Costa Rica y Centroamérica*, 73(620), 519-523.

Valadie, A. L., Jobe, C. M., Pink, M. M., Ekman, E. F., & Jobe, F. W. (2000). Anatomy of provocative tests for impingement syndrome of the shoulder. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 9(1), 36-46. [https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(00\)90008-9](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(00)90008-9)

Van Schuylenbergh, R., Eynde, B. V., & Hespel, P. (2004). Prediction of sprint triathlon performance from laboratory tests. *European Journal of Applied Physiology*, 91(1), 94-99. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0911-6>

Vaquero, J. (2020). *Hombro Doloroso | Doctor Javier Vaquero Ruipérez*. <http://www.drvaquero.com/hombro-doloroso/>

Vicetto, R. (2008, septiembre 22). Condromalacia Rotuliana. *Foroatletismo.com*. <https://www.foroatletismo.com/lesiones/condromalacia-rotuliana/>

Wirth, K., Hartmann, H., Mickel, C., Szilvas, E., Keiner, M., & Sander, A. (2017). Core Stability in Athletes: A Critical Analysis of Current Guidelines. *Sports Medicine*, 47(3), 401-414. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0597-7>

Zurita Ortega, F., Olmo Extremera, M., Cachón Zagalaz, J., Castro Sánchez, M., Ruano Hermoso, B., & Zurita, N. (2015). RELACIONES ENTRE LESIONES DEPORTIVAS Y PARÁMETROS DE NIVEL, FASE Y MODALIDAD DEPORTIVA. *Journal of Sport & Health Research*, 7(3), 215-228.

Караганова, И. (2015). *Resistance training to reduce effects of sarcopenia in older adults*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/301802692_Resistance_training_to_reduce_effects_of_sarcopenia_in_older_adults