



# Prevención de lesiones en el pie mediante la técnica de carrera

Alejandro Castillo Domínguez

Universidad de Málaga

# INTRODUCCIÓN.

## CONCEPTOS BÁSICOS

MARCHA

CARRERA

SPRINT

**ESTÁTICA**

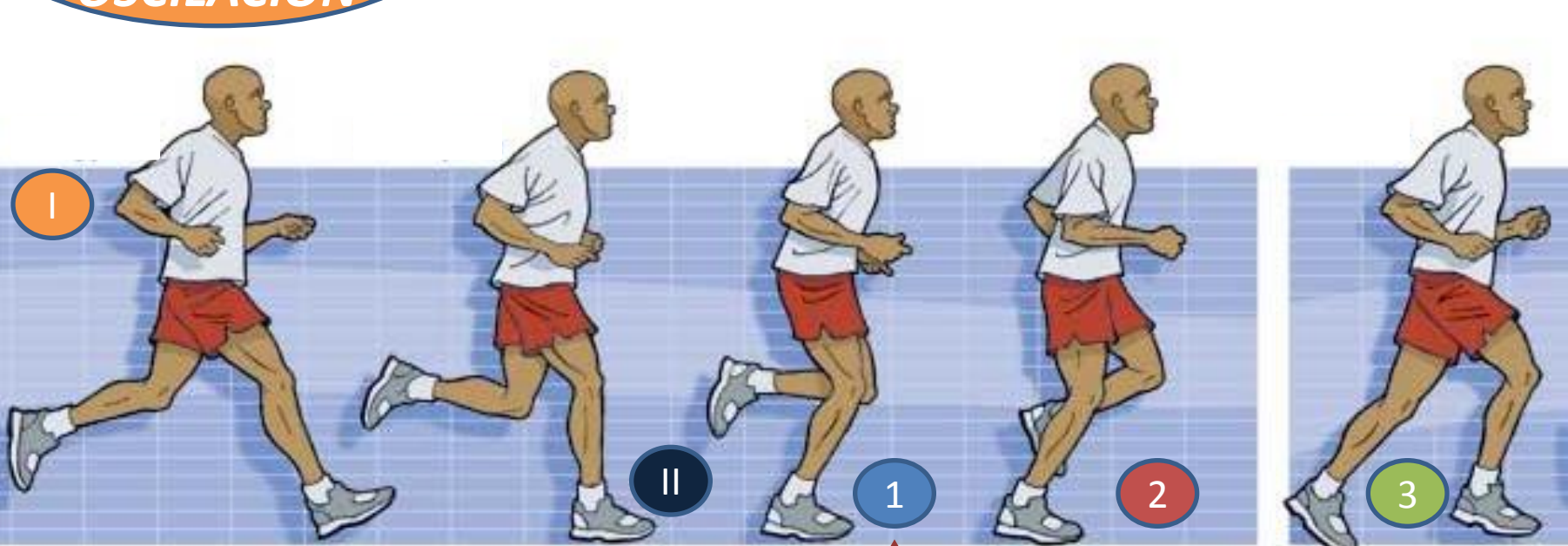
**Ambos pies en  
contacto**

**Ambos pies en el  
aire**

**MÁXIMA  
VELOCIDAD**

**FASE 80-  
DE 60%  
OSCILACION**

# FASES DE LA CARRERA



**FASE DE  
II CONTACTO  
20-40%**

CONTACTO INICIAL

FASE AMORTIG.

FASE IMPULSO

# INTRODUCCIÓN.

## TÉCNICA DE CARRERA

Modo en el que se mueven los segmentos corporales entre sí durante una tarea de movimiento, cuyo déficit está **caracterizado por el incremento del riesgo de lesiones.** <sup>1</sup>

**Coordinación de los segmentos corporales**



**Equilibrio del centro de gravedad.**



**Eficacia y Economía en el desplazamiento** <sup>2</sup>

### Buen dominio de la Técnica de Carrera:

- A. Mayor optimización en la aplicación de la **fuerza** y aprovechamiento de la **resistencia** <sup>1</sup>
- B. La **economización** en el transcurso del movimiento y la reducción de la **fatiga**. <sup>4</sup>
- C. Influye positivamente en la **velocidad** de desplazamiento. <sup>3</sup>
- D. Reducción de **lesiones**. <sup>5</sup>

1. Gil, F., Marín, J., y Pascua, M. (1991). *Velocidad, vallas y marcha*. Madrid: RFEA.

2. Bergamini, E. (2011). *Biomechanics of sprint running: a methodological contribution (Doctoral Dissertation)* Arts et Métiers, Paris.

3. Palao, J. M., y Suelotto, R. (2009). *Ejecución de la técnica de carrera, conocimiento teórico y percepción de eficacia*. *Cuadernos de Psicología del deporte*, 10(1), 71-80.

4. García Verdugo, M., y Landa, L. (2005). *Medio fondo y fondo. La preparación del corredor de resistencia*. Madrid: RFEA.

5. Cissik, J. M. 2002. "Technique and Speed Development for Running." *National Strength & Conditioning Association* 1(8): 18–21.

# INTRODUCCIÓN.

## PRÁCTICA Y ENTRENAMIENTO

Dificultad en conseguir un **cierto grado de estandarización** de la técnica de carrera

**Técnica de carrera óptima**

**VS**

**Estilo Personal**

Se considera necesario por muchos autores, ya que, durante el análisis de la técnica de carrera, no resulta fácil incluir o valorar todos los factores que influyen en estas situaciones.

### Respecto a su aprendizaje y entrenamiento

**Una capacidad más** → Debe incluirse en objetivos, en sesiones únicas y generales.<sup>4</sup>

**Automatizar el gesto** → Debido a la baja capacidad del atleta a la hora de tomar de decisiones que tengan como fin las correcciones técnicas durante la carrera.<sup>1</sup>

1. Gil, F., Marín, J., y Pascua, M. (1991). *Velocidad, vallas y marcha*. Madrid: RFEA.
4. García Verdugo, M., y Landa, L. (2005). *Medio fondo y fondo. La preparación del corredor de resistencia*. Madrid: RFEA.
5. Bosch, F. (2005), *Running Biomechanics and Exercise Psysiology in Practice*, Maarssen, The Netherlands: Elsevier Churchill Livingstone
6. Saunders PU, Pyne DB, Telford RD, et al. *Reliability and variability of running economy in elite distance runners*. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:1972–6

# INTRODUCCIÓN.

## RUNNING RETRAINING

### Antecedentes

**Davis et al. (2005)** introduce el concepto de “Running retraining”.<sup>1</sup>

”IMPLEMENTACIÓN DE ALGUNA SEÑAL O ESTRATEGIA A FIN DE MODIFICAR LA TÉCNICA DE CARRERA INDIVIDUAL”

- 1) Identificar anomalías biomecánicas que puedan contribuir a la sobrecarga de tejidos.
- 2) Establecer si la técnica de carrera puede estar alterada.
- 3) Facilitar las correspondientes indicaciones para provocar cambios en la técnica y el posterior aprendizaje motor

Según los estudios, hay dos tipos de evaluación tras la intervención.<sup>2</sup>

- A) Evaluación del **resultado clínico** ( cambios en dolor y/o función)
- B) Evaluación de **cambios en la biomecánica** del MI

**Lesiones del pie**, como la fascitis plantar o la tendinopatía aquilea, **pueden beneficiarse de la modificación de la técnica de carrera o “running retraining”**<sup>2</sup>

1. Davis I. Gait retraining in runners. *Orthop Pract* 2005;17:8–13.

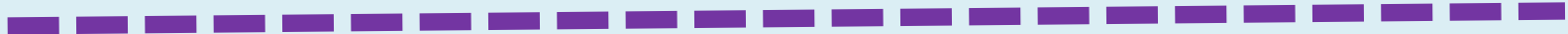
2. Barton CJ, et al. Running retraining to treat lower limb injuries: a mixed-methods study of current evidence synthesised with expert opinión. *Br J Sports Med* 2016;50:513–526



INTRODUCCIÓN.

VARIABLES  
BIOMECÁNICAS

LONGITUD ZANCADA- LONGITUD PASO



***\*PASO***

***\*\*ZANCADA***

1. Malisoux, L; Nielsen R. A step towards understanding the mechanics of running related injuries. J Sci Med in Sport.18.5:523-528.2015
2. Nielsen RO. Training errors and running related injuries: A systematic review. Int J. Sports Phys Ther.7: 58,2012



INTRODUCCIÓN.

VARIABLES  
BIOMECÁNICAS

## OVERSTRIDE (SOBREZANCADA)

1. Malisoux, L; Nielsen R. A step towards understanding the mechanics of running related injuries. J Sci Med in Sport.18.5:523-528.2015
2. Nielsen RO. Training errors and running related injuries: A systematic review. Int J. Sports Phys Ther.7: 58,2012

# INTRODUCCIÓN.

## VARIABLES BIOMECÁNICAS

### VORTEX (OSCILACIÓN VERTICAL)

↓ OSCILACIÓN  
↑ ECONOMÍA DE CARRERA

↓ OSCILACIÓN  
↓ SOBRECARGADA

1. Schubert, AG. "Influence of Stride Frequency and Length on Running Mechanics:A Systematic Review", 2014
2. Tartaruga, MP. "the relationship between running economy and biomechanical variables in distance runners" Research Quarterly exer sport.83 (3):367-375.2012

# INTRODUCCIÓN.

## VARIABLES BIOMECÁNICAS

### CADENCIA (PASOS/MINUTO)

Referenciado como frecuencia de paso

*Con cambios del  
5%  
en la cadencia se  
pueden  
observar cambios  
cinemáticos  
y cinéticos*

# INTRODUCCIÓN.

## VARIABLES BIOMECÁNICAS

### EVIDENCIA CIENTÍFICA:

#### +++ Cadencia =



**Fuerza Reactiva del Suelo.** Morin, JB. "Effects of altered stride frequency and contact time on leg-spring behavior in human running", 2007



**Desplazamiento vertical del centro de gravedad.** Heiderscheit, BC. "Effects of step rate manipulation on joint mechanics during running", 2011



**Tiempo de Contacto.** Morin, JB. "Effects of altered stride frequency and contact time on leg-spring behavior in human running", 2007



**Longitud de Zancada.** Schubert, AG. "Influence of Stride Frequency and Length on Running Mechanics: A Systematic Review", 2014



**Flexión de rodilla en el contacto.** Heiderscheit, BC,. "Effects of step rate manipulation on joint mechanics during running", 2011



**Flexión plantar de Tobillo en el contacto.** Clarkel, TE. "The effect of varied stride rate upon shank deceleration in running", 1985

# INTRODUCCIÓN.

## VARIABLES BIOMECÁNICAS

**PATRÓN MOTOR**

**CADENCIA**

**BARICENTRO**

**LONG.  
PASO**

1. Noehren B, Scholz J, Davis I. The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome. Br J Sports Med 2011;45(9):691-696 14



# INTRODUCCIÓN.

## VARIABLES BIOMECÁNICAS

- **ÁNGULO DE ZANCADA**
- **%FASES DE CONTACTO - FASE DE VUELO. TIEMPOS (ms).**
- **ACTIVACIÓN MUSCULAR // PATRÓN MOTOR**
- **MOVILIDAD DE BRAZOS**
- **BIOFEED-BACK CON INERCIALES.....**

# OBJETIVOS.

1. Sintetizar la evidencia científica sobre los parámetros biomecánicos de la carrera capaces de predecir lesiones en el pie.

## **PARÁMETROS BIOMECÁNICOS Y LESIONES EN EL PIE**

2. Establecer una utilidad en la toma de decisiones respecto a la aplicación de las diferentes modificaciones necesarias, a través de técnica de carrera, en la prevención de lesiones en el pie en corredores.

## **EVITAR LESIONES CON MODIFICACIONES EN LA CARRERA**

# METODOLOGÍA

## BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

FECHA: MAYO 2020

**Bases de Datos**

PUBMED

SPORTDISCUS

## DESCRIPTORES DE BÚSQUEDA

- "RUNNING"
- "RETRAINING"
- "PREVENTION"
- "INJURY"
- "LOWER LIMB"
- "FOOT"

The logo for PubMed.gov, featuring the text "PubMed.gov" in white on a dark blue background. The "M" in "Med" is stylized with a white book icon.The logo for SPORTDiscus, featuring a circular blue icon with the text "ESKO" and "ESPERANZA" inside, followed by the text "SPORTDiscus" in green on a white background.

# RESULTADOS.

Identificación: N = 31

Screening N = 24

Se excluyeron los artículos duplicados.

Selección de Artículos

Se descartaron aquellos relacionados con lesiones en zonas distintas al pie y/o tobillo.

Se descartaron aquellos relacionados con biomecánica en zonas distintas al pie y/o tobillo.

Se descartaron los artículos de casos clínicos

Se descartaron los artículos cuya intervención contemplaba el uso de diferente calzado.

## Estudios incluidos en la revisión (N = 13)

The collage displays 13 scientific article covers, each representing a study included in the review. The articles are:

- Achilles Tendon Injury Risk** (Sports Sciences for Health)
- Incidence and determinant in long distance runners** (Journal of Electromyography and Kinesiology)
- Running retraining a mixed-method synthesised review** (Journal of Electromyography and Kinesiology)
- ALTERING CAE DURING RUM INJURY FACTO** (Journal of Foot and Ankle Research)
- Increased stride-rate in retraining program: A retraining program: A retraining program** (Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation)
- The effects of midfoot strike gait joint stiffness** (Journal of Human Ergology)
- Effects of running retraining on lower limb injury** (Journal of Electromyography and Kinesiology)
- The Biomechanical Differences Distance Running: A Systematic Meta-Analysis** (Journal of Foot and Ankle Research)
- Gait retraining to reduce lower extremity loading in runners** (Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation)
- Running retraining to reduce lower extremity loading in runners** (Journal of Foot and Ankle Research)
- ALTERING CAE DURING RUM INJURY FACTO** (Journal of Foot and Ankle Research)
- Increased stride-rate in retraining program: A retraining program: A retraining program** (Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation)
- The effects of midfoot strike gait joint stiffness** (Journal of Human Ergology)
- Effects of running retraining on lower limb injury** (Journal of Electromyography and Kinesiology)
- The Biomechanical Differences Distance Running: A Systematic Meta-Analysis** (Journal of Foot and Ankle Research)
- Gait retraining to reduce lower extremity loading in runners** (Journal of Back Musculoskeletal Rehabilitation)

# RESULTADOS.

## APLICACIÓN DE RUNNING RETRAINING EN CORREDORES

### ACELERACIÓN TIBIAL Y PICOS DE IMPACTO VERTICAL

8 SESIONES DE 15 A 30 MINUTOS  
(Incremento gradual )

Durante 2 SEMANAS.

INCREMENTO DEL TIEMPO DE CARRERA  
REDUCCIÓN DE FEEDBACK (RETRAINING)

RESULTADOS PRE - POST Y 30 DÍAS POST

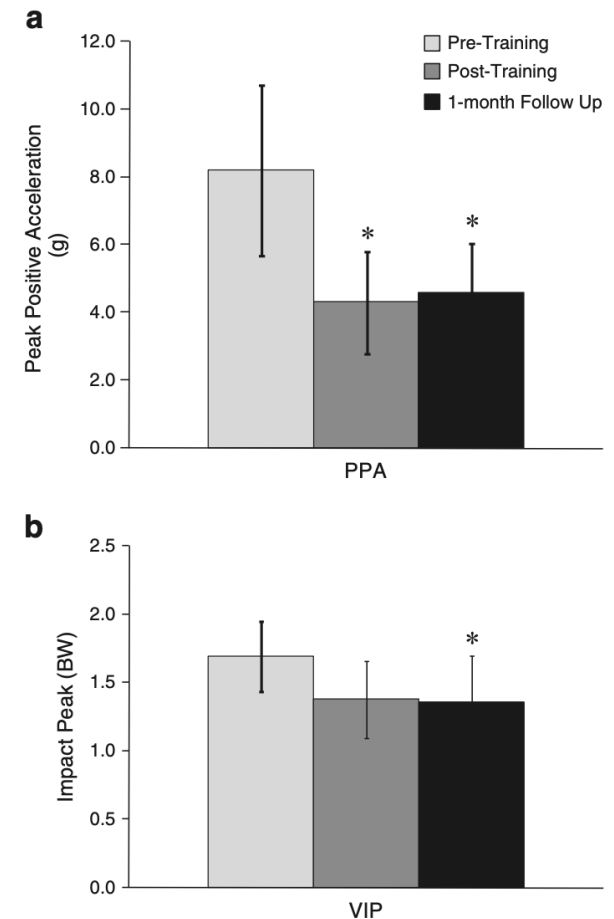


Fig. 5. Mean (SD) (a) peak positive tibial acceleration (PPA) and (b) vertical impact peak (VIP) at pre-training, post-training, and 1-month follow-up. \*Indicates significant difference.

1. Crowell, Harrison Philip, and Irene S. Davis, 'Gait Retraining to Reduce Lower Extremity Loading in Runners', *Clinical Biomechanics*, 26 (2011), 78–83 <<https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.09.003>>

# RESULTADOS.

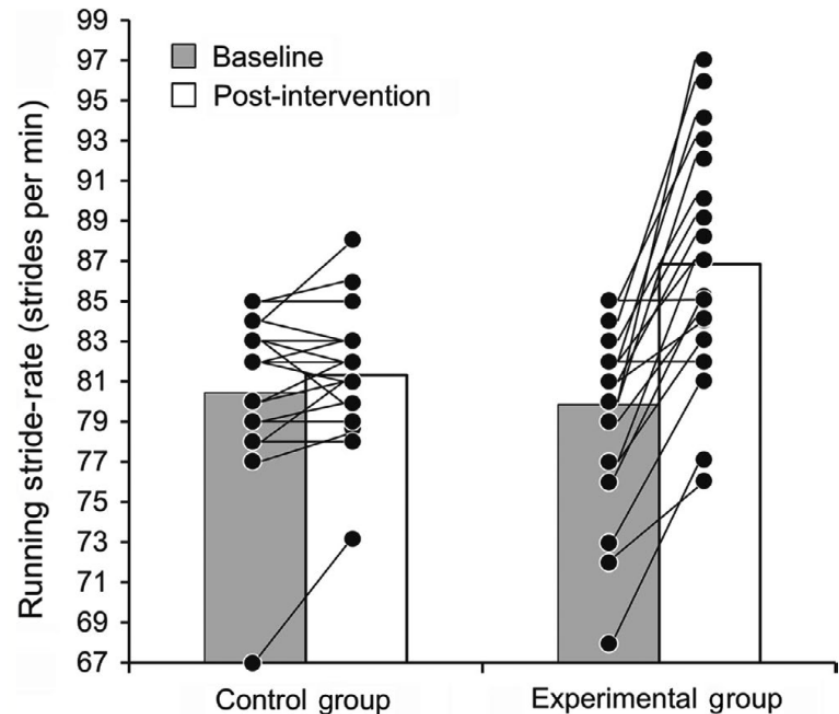
## APLICACIÓN DE RUNNING RETRAINING EN CORREDORES

### USO DE RELOJES DEPORTIVOS SIN SUPERVISIÓN

CORREDORES CON CADENCIA < 85  
6 SEMANAS

TRABAJO PARA MEJORA DE UN  
10% POR ENCIMA DE SU  
CADENCIA

INCREMENTARON CADENCIA  
ENTRE UN 5-10 %



1. Baumgartner, Jesson, Rebecca Gusmer, John Hollman, and Jonathan T. Finnoff, 'Increased Stride-Rate in Runners Following an Independent Retraining Program: A Randomized Controlled Trial', *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 29 (2019), 1789–96

# RESULTADOS.

## APLICACIÓN DE RUNNING RETRAINING EN CORREDORES

### ***¿COMO AFECTA EL RETRAINING EN EL TIPO DE CONTACTO?***

- SOLO UN **40% DE LOS SUJETOS LO MODIFICA DURANTE EL 80% DE LA CARRERA**
- LA TRANSICION DE RETROPIE A MEDIOPIE **NO GARANTIZA MENORES FUERZAS DE IMPACTO**
- NO REALIZARLO DE MANERA AISLADA, **COMBINAR CON OTRAS INTERVENCIONES**

# RESULTADOS.

## ANOMALÍAS BIOMECÁNICAS DETECTADAS RELACIONADAS CON LESIONES DEL PIE

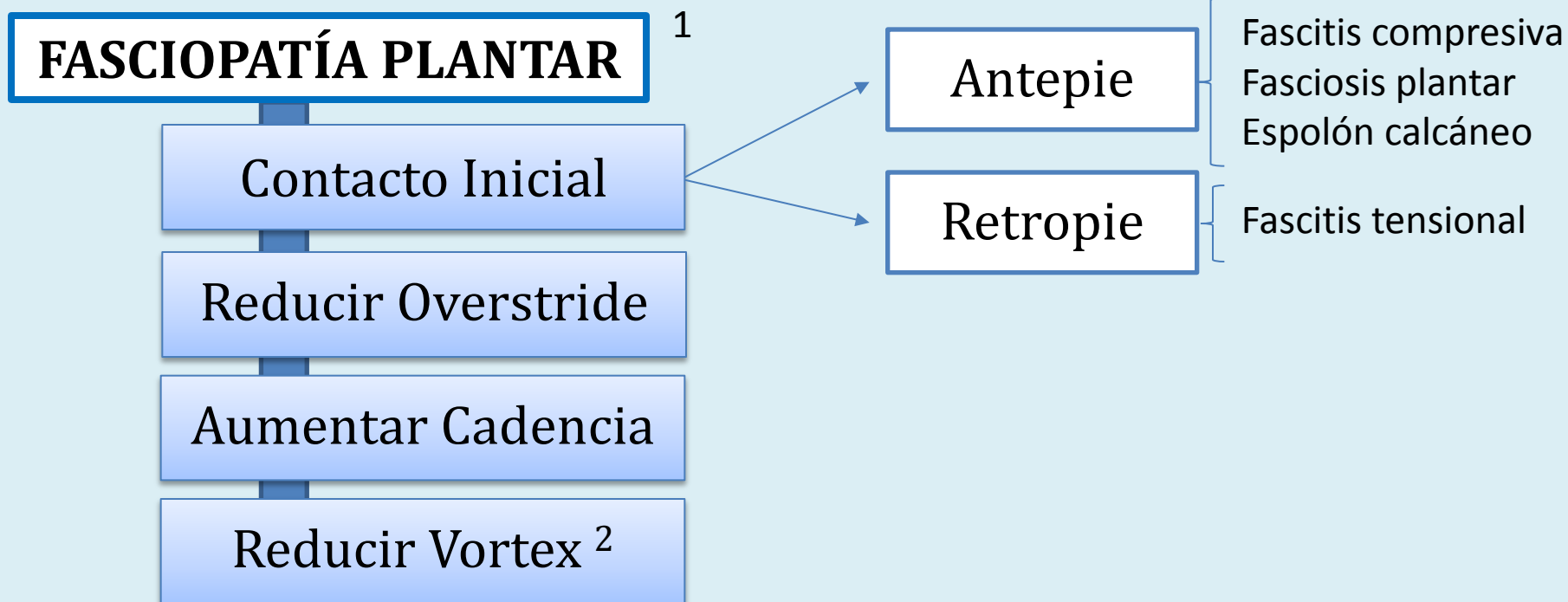
Table 1  
Common biomechanical abnormalities and associated injuries

Injury	Pelvis	Hip	Knee	Ankle	Foot
IT band syndrome	Increased anterior or posterior tilt <sup>4,15</sup>	Increased hip adduction <sup>42</sup> Femoral neck anteversion <sup>36</sup>	Genu varum <sup>4</sup>		
Posterior tibial tendonopathy					Hyper/hypo- pronation <sup>36</sup>
Hamstring strain	Excessive anterior pelvic tilt <sup>1,27,28</sup>			Ankle equines <sup>4</sup>	
Medial/lateral/anterior compartment syndrome			Patella alta <sup>36</sup>		
Flexor hallucis longus tendonitis					Cavus foot/flat foot <sup>36</sup>
Patellofemoral pain	Anterior pelvic tilt <sup>4</sup>	Weak hip abductors <sup>41</sup>	Excessive Q angle, <sup>36</sup> Genu Varum <sup>4</sup>		Overpronation <sup>4</sup>
Stress fractures		Increased hip adduction <sup>20,37</sup>	Squinting patella, <sup>36</sup> hypermobile patella, <sup>36</sup> Genu varum <sup>4</sup>		Hindfoot varus, <sup>20,37,38</sup> oversupination, <sup>4</sup> overpronation <sup>4</sup>
Achilles tendinopathy			External tibial torsion <sup>36</sup>	Ankle equines <sup>4</sup>	Overpronation <sup>4</sup>
Sesamoiditis					Overpronation, <sup>4</sup> forefoot valgus <sup>4</sup>
Low back pain	Anterior pelvic tilt <sup>1,40</sup>	Leg length discrepancy <sup>36</sup>			
Medial tibial stress syndrome					Overpronation <sup>39</sup>
Plantar fasciitis					Forefoot valgus/varus, <sup>20</sup> overpronation, <sup>4</sup> oversupination, <sup>4</sup> ankle equines <sup>4</sup>
Sacroiliac dysfunction	Increased pelvic rotation <sup>15</sup>				
Patellar tendonitis	Anterior pelvic tilt <sup>4</sup>		Genu varum <sup>4,36</sup> Genu valgum <sup>36</sup>		Overpronation <sup>4</sup>
Peroneal tendiopathy					Oversupination <sup>4</sup>

1. Crowell, Harrison Philip, and Irene S. Davis, 'Gait Retraining to Reduce Lower Extremity Loading in Runners', *Clinical Biomechanics*, 26 (2011), 78–83 <<https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.09.003>>

# RESULTADOS.

## ESTRATEGIAS RECOMENDADAS EN LA PREVENCIÓN DE LESIONES

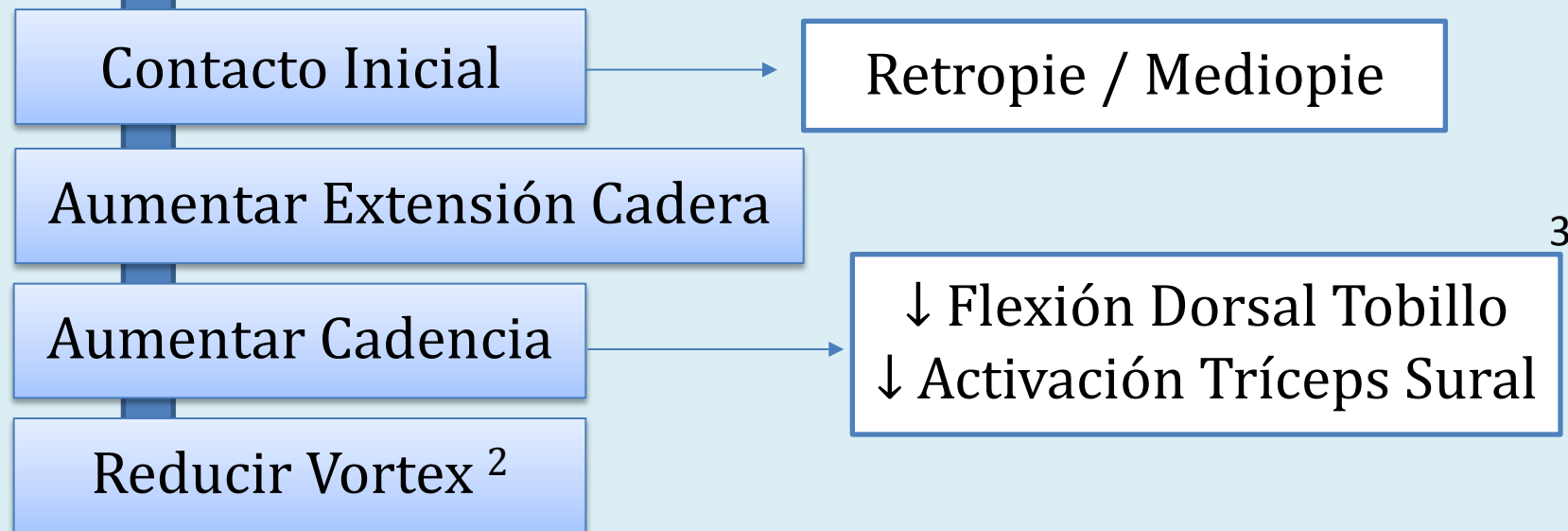


1. Barton CJ, Bonanno DR, Carr J, et al. Running retraining to treat lower limb injuries: a mixed-methods study of current evidence synthesised with expert opinion *Br J Sports Med* 2016;50:513–526.
2. Adams, Douglas, Federico Pozzi, Richard W. Willy, Anthony Carrol, and Joseph Zeni, 'Altering Cadence or Vertical Oscillation During Running: Effects on Running Related Injury Factors', *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13 (2018), 633–42
3. Hall, Jonathan P.L., Christian Barton, Paul Remy Jones, and Dylan Morrissey, 'The Biomechanical Differences between Barefoot and Shod Distance Running: A Systematic Review and Preliminary Meta-Analysis', *Sports Medicine*, 43 (2013), 1335–53

# RESULTADOS.

## ESTRATEGIAS RECOMENDADAS EN LA PREVENCIÓN DE LESIONES

### TENDINOPATÍA AQUÍLEA <sup>1</sup>



1. Barton CJ, Bonanno DR, Carr J, et al. Running retraining to treat lower limb injuries: a mixed-methods study of current evidence synthesised with expert opinion *Br J Sports Med* 2016;50:513–526.
2. Adams, Douglas, Federico Pozzi, Richard W. Willy, Anthony Carrol, and Joseph Zeni, 'Altering Cadence or Vertical Oscillation During Running: Effects on Running Related Injury Factors', *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13 (2018), 633–42
3. Lorimer, Anna V., and Patria A. Hume, 'Achilles Tendon Injury Risk Factors Associated with Running', *Sports Medicine*, 44 (2014), 1459–72

# RESULTADOS.

## ESTRATEGIAS RECOMENDADAS EN LA PREVENCIÓN DE LESIONES

### TENDINOPATÍA TIBIAL<sup>1</sup>

Contacto Inicial

Reducir Valgo Rodilla

Aumentar Cadencia

Reducir Vortex<sup>2</sup>

Antepie

1. Barton CJ, Bonanno DR, Carr J, et al. Running retraining to treat lower limb injuries: a mixed-methods study of current evidence synthesised with expert opinion *Br J Sports Med* 2016;50:513–526.
2. Adams, Douglas, Federico Pozzi, Richard W. Willy, Anthony Carrol, and Joseph Zeni, 'Altering Cadence or Vertical Oscillation During Running: Effects on Running Related Injury Factors', *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13 (2018), 633–42

# CONCLUSIONES

Las estrategias de corrección de la técnica de carrera más comunes, para la prevención de lesiones en el pie y tobillo, son el **incremento de la cadencia de carrera**, la **reducción de la longitud de paso**, **reducción de la adducción de la cadera**, **reducción del valgo de rodilla** y la **transición de contacto de retropié a antepié**, o viceversa.

Existe un consenso en la literatura de que la modificación de la **técnica de carrera** (running retraining) y el **feedback a tiempo real** son válidos para la **prevención de lesiones** del pie y tobillo.

# Bibliografía.

1. Gil, F., Marín, J., y Pascua, M. (1991). *Velocidad, vallas y marcha*. Madrid: RFEA.
2. Bergamini, E. (2011). *Biomechanics of sprint running: a metodological contribution (Doctoral Dissertation) Arts et Métiers, Paris*.
3. Palao, J. M., y Suelotto. R. (2009). *Ejecución de la técnica de carrera, conocimiento teórico y percepción de eficacia*. *Cuadernos de Psicología del deporte*, 10(1), 71-80.
4. García Verdugo, M., y Landa, L. (2005). *Medio fondo y fondo. La preparación del corredor de resistencia*. Madrid: RFEA.
5. Cissik, J. M. 2002. "Technique and Speed Development for Running." *National Strength & Conditioning Association* 1(8): 18–21.
6. Bosch, F. (2005), *Running Biomechanics and Exercise Psysiology in Practice*, Maarssen, The Netherlands: Elsevier Churchill Livingstone
7. Saunders PU, Pyne DB, Telford RD, et al. *Reliability and variability of running economy in elite distance runners*. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:1972–6
8. Davis I. *Gait retraining in runners*. *Orthop Pract* 2005;17:8–13.
9. Barton CJ, et al. *Running retraining to treat lower limb injuries: a mixed-methods study of current evidence synthesised with expert opinión*. *Br J Sports Med* 2016;50:513–526
10. Malisoux, L; Nielsen R. *A step towards understanding the mechanics of running related injuries*. *J Sci Med in Sport*.18.5:523-528.2015
11. Nielsen RO. *Training errors and running related injuries: A systematic review*. *Int J. Sports Phys Ther*.7: 58,2012
12. Schubert, AG. "Influence of Stride Frequency and Length on Running Mechanics:A Systematic Review", 2014
13. Tartaruga, MP. "the relationship between running economy and biomechanical variables in distance runners" *Research Quarterly exer sport*.83 (3):367-375.2012
14. Morin, JB. "Effects of altered stride frequency and contact time on leg-spring behavior in human running", 2007
15. Heiderscheit, BC. "Effects of step rate manipulation on joint mechanics during running", 2011
16. Morin, JB. "Effects of altered stride frequency and contact time on leg-spring behavior in human running", 2007
17. Schubert, AG. "Influence of Stride Frequency and Length on Running Mechanics: A Systematic Review", 2014
18. Heiderscheit, BC,. "Effects of step rate manipulation on joint mechanics during running", 2011
19. Clarkel, TE. "The effect of varied stride rate upon shank deceleration in running", 1985
20. Noehren B, Scholz J, Davis I. *The effect of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome*. *Br J Sports Med* 2011;45(9):691-696 14
21. Crowell, Harrison, and Irene S. Davis, 'Gait Retraining to Reduce Lower Extremity Loading in Runners', *Clin Biomechanics*, 26 (2011), 78–83
22. Baumgartner, J., Rebecca G., Hollman, and Jonathan T. Finnoff, 'Increased Stride-Rate in Runners Following an Independent Retraining Program', *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 29 (2019), 1789–96
23. Chan, Zoe Y.S., Janet H. Zhang, Reed Ferber, Gary Shum, and Roy T.H. Cheung, 'The Effects of Midfoot Strike Gait Retraining on Impact Loading and Joint Stiffness', *Physical Therapy in Sport*, 42 (2020), 139–45
24. Barton CJ, Bonanno DR, Carr J, et al. *Running retraining to treat lower limb injuries: a mixed-methods study of current evidence synthesised with expert opinión* *Br J Sports Med* 2016;50:513–526.
25. Adams, Douglas, Federico Pozzi, Richard W. Willy, Anthony Carrol, and Joseph Zeni, 'Altering Cadence or Vertical Oscillation During Running: Effects on Running Related Injury Factors', *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13 (2018), 633–42
26. Hall, Jonathan P.L., Christian Barton, Paul Remy Jones, and Dylan Morrissey, 'The Biomechanical Differences between Barefoot and Shod Distance Running: A Systematic Review and Preliminary Meta-Analysis', *Sports Medicine*, 43 (2013), 1335–53
27. Lorimer, Anna V., and Patria A. Hume, 'Achilles Tendon Injury Risk Factors Associated with Running', *Sports Medicine*, 44 (2014), 1459–72