



DIGITSOLE®
PRO

Manuel d'interprétation de l'analyse de la course

Table des matières

Définitions des paramètres	03
Vue d'ensemble	03
Vitesse de course et cadence	04
L'asymétrie	04
Le type d'attaque et la force d'impact	05
 Profil de course	 06
Angle d'attaque et angle de propulsion	06
Analyse	08
 Conseils	 09
 Analyse de la course	 11
 Bibliographie	 12
 Aide et assistance	 13
Aide	13
Contact	13

Définition des paramètres

- **Durée d'acquisition (min)** : Durée de l'acquisition.
- **Vitesse de course (km/h)** : Vitesse moyenne de course au cours de l'acquisition.
- **Cadence (pas/min)** : Nombre de pas cumulés (droit + gauche) moyen par minute au cours de l'acquisition.
- **Durée de la foulée (ms)** : Période entre deux poses consécutives du même pied au sol.
- **Durée de contact (ms et %)** : Durée moyenne pendant laquelle le pied est en contact avec le sol, peut être exprimée en pourcentage de la durée de la foulée.
- **Durée d'oscillation (ms et %)** : Durée pendant laquelle le pied n'est pas en contact avec le sol, peut être exprimée en pourcentage de la durée de la foulée.
- **Longueur de foulée (m)** : Distance parcourue lors d'une foulée, entre deux poses consécutives du même pied au sol.
- **Type d'attaque** : Exprime la prédominance des attaques au sol par le talon ou l'avant-pied, au cours de l'acquisition.
- **La symétrie** : Exprime la congruence des durées de contact des deux membres inférieurs.

Vue d'ensemble

DOULEURS



AIDE A LA MARCHÉ



CHAUSSURES



PATHOLOGIES



Comme pour l'analyse de la marche, vous pouvez renseigner avant et après l'acquisition les éléments directement liés à l'acquisition pour avoir « une photographie » des conditions dans lesquelles s'est déroulée l'acquisition et ainsi améliorer la pertinence de vos comparaisons.

Ces informations sont :

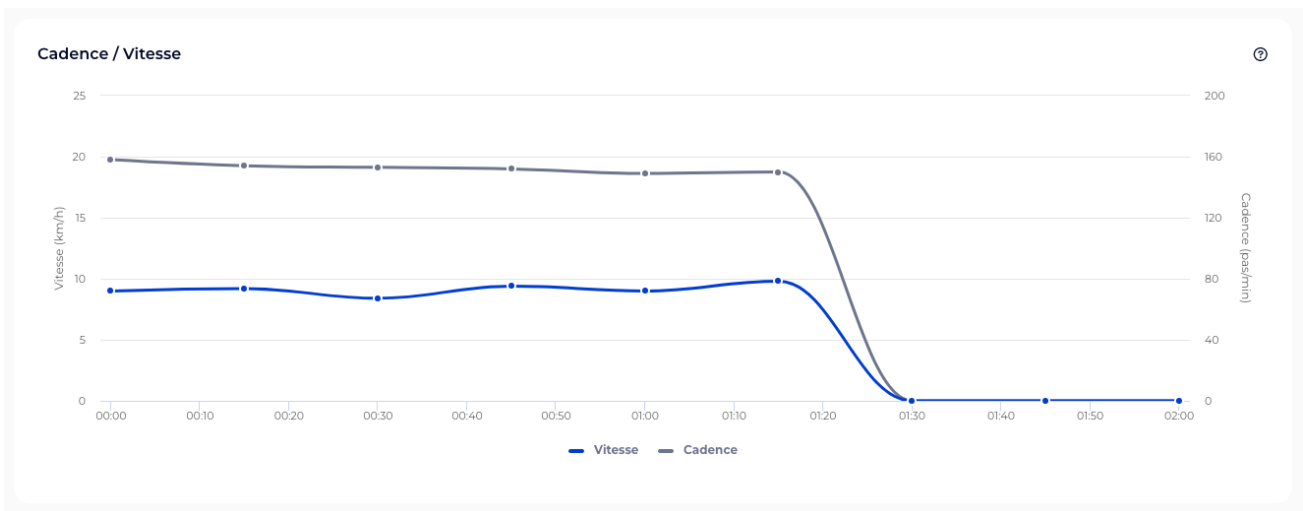
- Les douleurs : loco-régionale et intensité
- L'aide à la marche utilisée
- Les chaussures : Rigidité, amorti et zones d'usure
- La pathologie



L'interface présente dans ce premier écran les paramètres généraux de l'acquisition :

- Le type d'analyse
- La durée de l'acquisition
- La vitesse moyenne
- La cadence

Vitesse de course et cadence



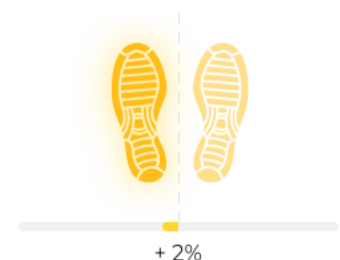
Ce graphique propose un **suivi dynamique de la vitesse moyenne de course et de la cadence**.

Il est ici question d'avoir un aperçu de l'évolution de la course dans sa globalité. Dans ce graphique, nous cherchons des informations sur une éventuelle perturbation de la course pour en distinguer :

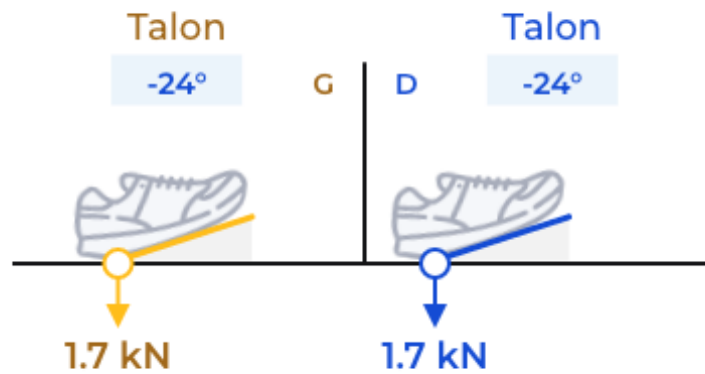
- D'une part, la temporalité : le moment d'apparition des troubles
- D'autre part, le type d'évolution : continue (évolution durable de la perturbation) ou aigüe cassure dans l'évolution de la courbe) et l'importance de cette perturbation.

L'asymétrie

Dans ce premier encart, nous trouvons un indice de **symétrie des phases de contact**, mettant en valeur l'importance de l'asymétrie entre les deux membres inférieurs, ainsi que le **membre qui semble être le plus fort**



Le type d'attaque et la force d'impact



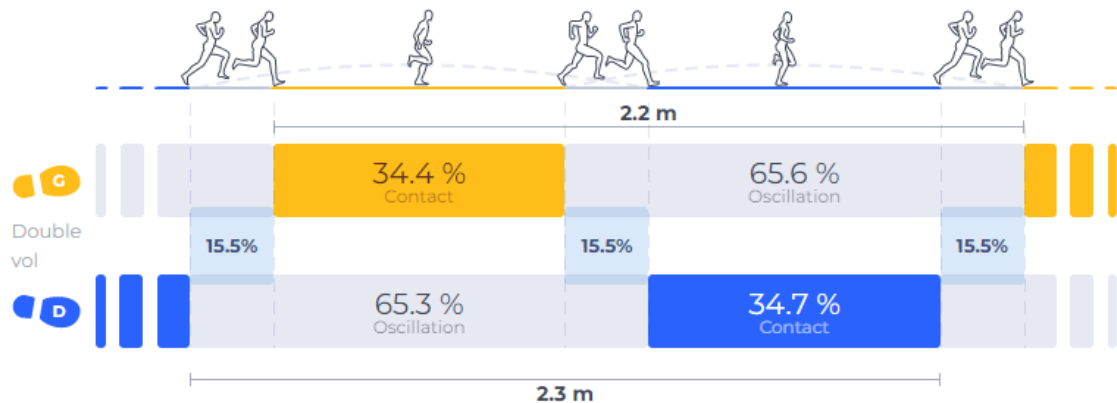
Le type d'attaque est la manière dont on pose le pied au sol, en commençant soit par le talon, soit par le médio-pied (pied-à-plat), ou par l'avant-pied. Attention il s'agit ici de « la moyenne » des attaques effectuées au cours de cette acquisition.

La force d'impact est la force de décélération subie par le pied au moment du premier contact avec le sol pour chaque foulée. Cette force dépend du poids du patient, de l'élévation du bassin pendant la foulée, de la longueur de la foulée et de la vitesse de course.

Le risque de lésions traumatiques peut augmenter avec l'importance de cette force, sans pour autant faire l'unanimité du monde scientifique.

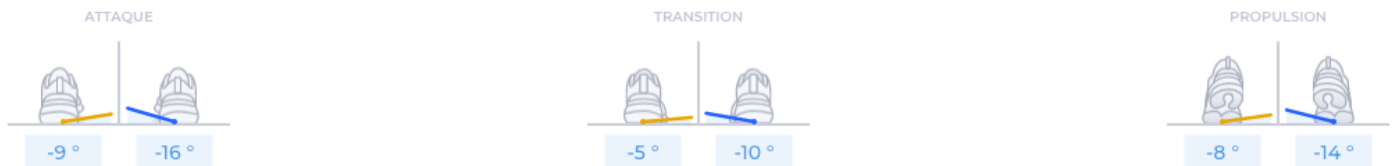
Profil de course

Profil de course ?



Nous retrouvons dans ce graphique l'ensemble des paramètres spatio-temporels moyens de cette acquisition. On y voit la longueur moyenne de la foulée, la répartition des phases de contact, d'oscillation et de double vol, pour chaque membre.

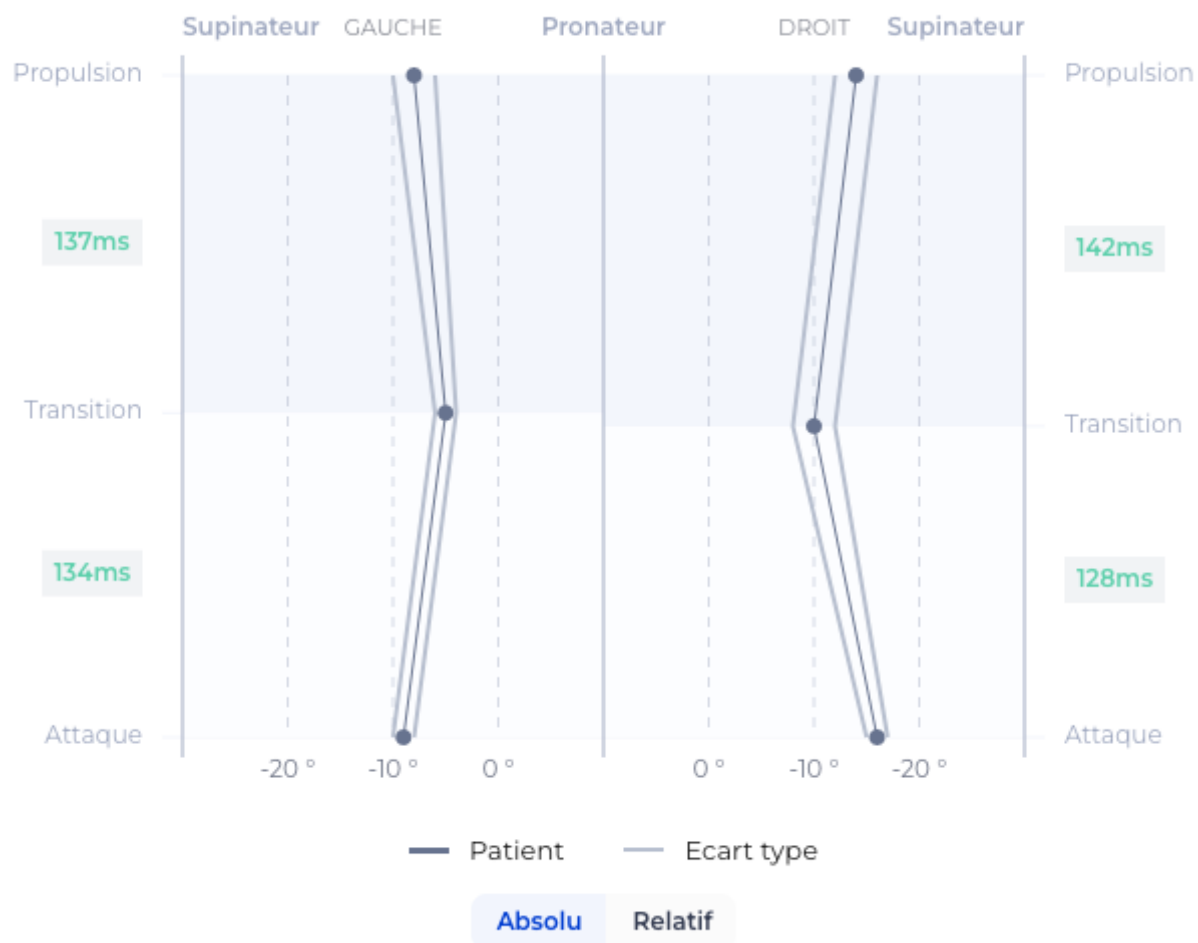
Angle d'attaque et angle de propulsion



Il s'agit de l'angle de pronation/supination mesuré :

- Au moment de la pose du pied au sol (angle d'attaque),
- Au moment où le pied est fixe, soit au sol lors d'attaque talon ou médio-pied, soit en l'air, lorsque le talon ne descend plus et ne remonte pas encore en cas d'attaque avant-pied (angle de transition)
- Au décollage des orteils (angle de propulsion)

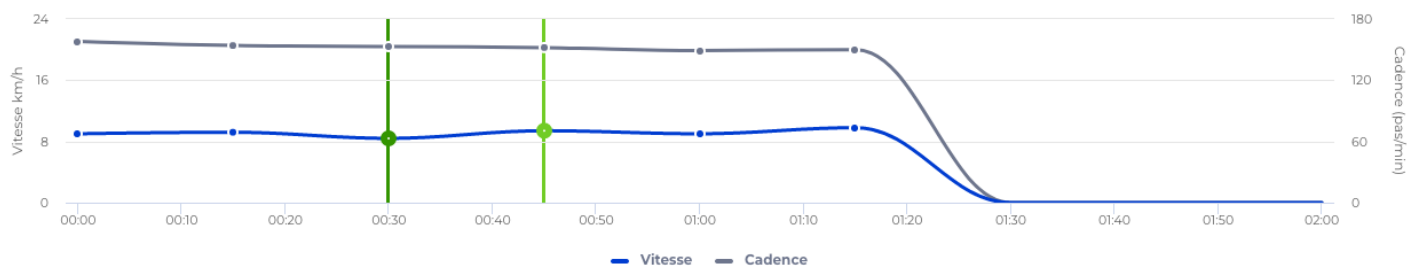
Cet angle permet de mettre en évidence la qualité du déroulé plantaire, de l'attaque jusqu'à la propulsion et de mettre en évidence certains comportements à risque ou révélateur de pathologies.



Grâce au mode avancé, vous pouvez suivre l'évolution de cet angle au cours du déroulé du contact au sol.

Vous pourrez apprécier la durée de la phase d'amorti et de propulsion, en retrouvant l'angle moyen (traits noirs) aux trois instants décrit dans le paragraphe ci-dessus, ainsi que l'écart-type de ces mesures (traits gris) qui donne des informations sur la variabilité de ces angles et donc de la capacité du patient à reproduire le même mouvement à chaque foulée.

Analyse



En sélectionnant sur le graphique de vitesse et de cadence deux moments distincts de la course, vous pouvez **comparer l'ensemble des paramètres spatio-temporels et cinématiques** relatif à ces instants de la course.

L'intérêt ici est de pouvoir **localiser** un ou plusieurs **événements ou perturbations** survenus au cours de l'acquisition et de pouvoir **comparer les paramètres** de la course **avant et après cet événement** pour en **comprendre les conséquences**, remonter à la source du trouble et l'expliquer de manière objective.

T = 00:31		T = 00:47	
Vit. 7.61 km/h	Cad. 164 pas/min	Vit. 6.81 km/h	Cad. 163 pas/min
G	D	G	D

BIOMARQUEURS

Asymétrie	+ 2%		+ 2%	
Type d'attaque				
Angle d'attaque	-18 °	-19 °	-15 ° ↑	-20 ° ↓
Force d'impact	2.3 kN	2.2 kN	2.3 kN →	2.4 kN ↑

MÉTRIQUES

Longueur de foulée	1.44 m	1.67 m	1.44 m →	1.35 m ↓
Temps de contact	4246.2 %	3830.6 %	4256.5 % ↑	3932.9 % ↑
Double vol	9.6 %		9.1 %	↓
Durée d'attaque	46 %	43 %	49 % ↑	38 % ↓
Durée de propulsion	54 %	57 %	51 % ↓	62 % ↑

ANGLE

Angle d'attaque	-8 °	0 °	-4 °	-1 °
Angle pied plat	-17 °	-4 °	-19 °	-11 °
Angle de propulsion	-5 °	-27 °	-3 °	-23 °

Conseils

La cadence : Elle est idéale autour de 180 bpm pour de la course, elle pourra être plus faible (~160 bpm) pour un footing. Augmenter la cadence permet de diminuer le déplacement vertical et donc de diminuer le taux de charge. Cela permet également de diminuer la consommation d'oxygène et d'augmenter les sollicitations élastiques donc de diminuer le travail musculaire.

La vitesse de course : Il ne faut pas confondre augmentation de la cadence et accélération, chercher à augmenter sa vitesse et sa cadence présente de nombreux avantages, mais est 10 fois moins efficace que d'allonger la foulée.

Le type d'attaque : Il y a trois manières d'attaquer le sol :

- **Par le talon :** avec un mouvement de l'arrière vers l'avant, le genou et la hanche fléchis et le bassin rétroversé. Ce type d'attaque est plus économique, mais le taux de charge et la force d'impact sont plus importants, donc le risque de lésion au niveau du tibia, du genou, de la hanche, du bassin et du dos est accru. De même, à cause des répétitions des impacts il est possible que ce type d'attaque induise une Talalgie ^(8 ;11)
- **Par le médio-pied :** Juste milieu entre l'attaque talon et avant-pied, lors de l'attaque médio-pied, on pose le pied à plat au sol, sans mouvement d'arrière en avant ou inversement, mais juste du haut vers le bas. Cette attaque entraîne très peu de composantes de freinage (liée au mouvement de l'arrière vers l'avant) et donc elle est moins traumatisante pour le membre inférieur. Elle permet une meilleure mise en charge des composantes élastiques des muscles et tendons pour restituer la force emmagasinée que lors d'une attaque talon, mais est malgré tout moins efficace qu'une attaque par l'avant-pied.
- **Par l'avant-pied :** avec un mouvement de « griffé » de l'avant vers l'arrière, il est plus efficace et met plus en jeu les composantes élastiques, avec la jambe tendue et le bassin haut. Ce type d'attaque reste malgré tout plus coûteux et mais à l'avantage d'être moins traumatisant, même s'il peut engendrer des lésions du pied ou de la cheville si la force d'impact devient trop importante. Un changement de type d'attaque favorisant l'avant-pied peut être le signe d'une éventuelle compensation d'une Talalgie ^(8 ;11)

De manière générale, l'impact n'est pas la cause principale de lésions, mais il augmente les faiblesses et les fragilités, donc accroît la gravité des pathologies.

L'asymétrie : Il existe un niveau d'asymétrie naturelle, plus important pour la course que lors de la marche, entre les deux membres inférieurs, y compris chez les coureurs sains. Il peut dépendre de différences de longueur, de force musculaire ou de schéma de course différents entre les deux jambes. Néanmoins, il n'y a pas de corrélation entre une légère asymétrie (naturelle) et l'augmentation du risque de blessure. En revanche, une trop faible ou aucune asymétrie peut être considérée comme problématique et révéler une certaine rigidité des membres inférieurs.

A l'inverse, une trop grande asymétrie, par les répétitions liées à l'activité, va avoir des conséquences délétères sur le membre le plus sollicité et subissant le plus les contraintes sur les structures pouvant conduire à des lésions.

La longueur de foulée : Deux types de foulées sont existantes :

- **Les foulées longues :** Améliorent la récupération car les échanges gazeux ne se produisent que lors de la phase oscillante, mais sont plus coûteuses en énergie. Augmentent le déplacement vertical (diminution de la rentabilité) et le travail musculaire lors des phases de réception et de propulsion, elles sont donc moins efficaces.
- **Les foulées courtes :** Elles sont plus efficaces et plus rentables (plus économiques), car elles diminuent les oscillations verticales, les sollicitations musculaires lors de la réception et la propulsion, car le pied est plus proche de la projection du centre de gravité.
Enfin étant donné qu'elles vont de pair avec une augmentation de la cadence, la sollicitation des composantes élastiques est plus importante.

La longueur de foulée sera considérée comme adaptée si elle n'induit pas de ralentissement lors des phases de réception et de propulsion et si le déplacement vertical et le taux de charge sont réduits

La durée de contact : Elle est d'environ 40% de la foulée pour une course normale et diminue avec l'augmentation de la vitesse, jusqu'à environ 25% pour les sprinters.

Ce paramètre est intéressant à étudier pour comparer les deux membres inférieurs et définir le plus fort (la plus longue durée).

La durée d'oscillation : Elle est d'environ 60% de la foulée pour une course normale et augmente avec la vitesse ou la longueur de foulée, cela entraîne une plus grande énergie cinétique à la réception et la propulsion, donc un taux de charge plus important.

La durée de double vol : Elle est d'environ 10% de la foulée environ en début et en fin d'oscillation et sa valeur tend à augmenter avec la vitesse.

Les angles d'attaque, de transition et de propulsion : Ces angles sont pertinents dans la recherche d'éléments pouvant favoriser l'apparition de certaines pathologies spécifiques à la course, notamment à cause de la répétition des mouvements et de la charge imposée. Ainsi, on pourrait potentiellement objectiver certaines pathologies telles que :

- Un syndrome de la bandelette iliotibiale ^(1;2;3) : déroulé (attaque, pied plat et propulsion) ou tout du moins attaque supinatrice
- Une tendinite du tendon d'achille ^(4;5;6;7) : propulsion supinatrice, objectivée par une attaque majoritairement par l'avant-pied ou une attaque talon pronatrice.
- Une tendinite de la patte d'oie ^(9;10) : déroulé pronateur

Analyse de la course

<i>Nom des paramètres</i>	<i>Définitions</i>	<i>Précision</i>
Longueur de foulée	Distance parcourue par le pied au cours d'un cycle de marche.	± 5cm
Durée d'analyse	Temps de course pendant l'acquisition.	± 5%
Vitesse	Vitesse moyenne du mouvement linéaire du corps dans la trajectoire de la course.	± 0.7km/h
Cadence	Nombre de pas effectué par minute.	± 5pas/min
Asymétrie	Défini comme le rapport entre le temps de pose du pied droit (resp. gauche) et la somme des temps de pose des pieds droit et gauche.	NA
Type d'attaque	Défini en fonction de la partie du pied qui entre en contact avec le sol au début de la foulée.	NA
Angle d'attaque	Angle entre le pied et le sol au moment du contact initial.	± 7°
Contact	Contact est la partie du cycle de course pendant laquelle le membre est en contact avec le sol, calculée comme l'intervalle entre le contact initial et le décolllement des orteils pour chaque pied pendant le cycle de foulée.	± 50ms
Oscillation	Oscillation est la partie du cycle de course pendant laquelle le membre n'est pas en contact avec le sol, calculée comme l'intervalle entre le décolllement du pied et le contact initial pour chaque pied pendant le cycle de foulée.	± 50ms
Double vol	Sur un cycle de course, c'est le temps pendant lequel aucun appui n'est en contact avec le sol.	± 70ms
Angles de pronation/supination	Angle d'inclinaison entre le pied et le plan terrestre. La pronation est définie comme un angle positif, la supination comme un angle négatif.	± 7°
Force d'impact	Force de réaction verticale maximale du sol pendant la phase d'appui.	± 0.5kN/m
Evolution des paramètres pendant la course	Permet de comparer deux moments de la course.	NA

Bibliographie

1. **Grau, S., Maiwald, C., Krauss, I., Axmann, D., & Horstmann, T. (2008).** The Influence of Matching Populations on Kinematic and Kinetic Variables in Runners With Iliotibial Band Syndrome. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 79(4), 450–457. doi:10.1080/02701367.2008.10599511
2. **Ferber R, Noehren B, Hamill J, et al.** Competitive female runners with a history of iliotibial band syndrome demonstrate atypical hip and knee kinematics. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010; 40 (2): 52
3. **Grau, S., Krauss, I., Maiwald, C., Axmann, D., Horstmann, T., & Best, R. (2011).** Kinematic classification of iliotibial band syndrome in runners. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(2), 184–189. doi:10.1111/j.1600-0838.2009.01045.x
4. **Clement, D. B., Taunton, J. E., & Smart, G. W. (1984).** Achilles tendinitis and peritendinitis: Etiology and treatment. *The American Journal of Sports Medicine*, 12(3), 179–184. doi:10.1177/036354658401200301
5. **T. Almonroeder, J.D. Willson, T.W. Kernozek,** The effect of foot strike pattern on achilles tendon load during running, *Ann. Biomed. Eng.* 41(8) (2013) 1758-1766
6. **M. Lyght, M. Nockerts, T.W. Kernozek, R. Ragan,** Effects of foot strike and step frequency on Achilles tendon stress during running, *J. Appl. Biomech.* 32(4) (2016) 365-372.
7. **Becker, J., James, S., Wayner, R., Osternig, L., & Chou, L.-S. (2017).** Biomechanical Factors Associated With Achilles Tendinopathy and Medial Tibial Stress Syndrome in Runners. *The American Journal of Sports Medicine*, 45(11), 2614–2621. doi:10.1177/0363546517708193
8. **Pohl, M. B., Hamill, J., & Davis, I. S. (2009).** Biomechanical and Anatomic Factors Associated with a History of Plantar Fasciitis in Female Runners. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 19(5), 372-376. doi:10.1097/jsm.0b013e3181b8c270
9. **Alvarez-Nemegyei, J. (2007).** Risk Factors for Pes Anserinus Tendinitis/Bursitis Syndrome. *JCR: Journal of Clinical Rheumatology*, 13(2), 63–65. doi:10.1097/01.rhu.0000262082.84624.37
10. **LaPrade RF, Flinn, SD.** “Pes Anserine Bursitis”, e-Medicine, www.emedicine.com/SPORTS/topic100.htm, 2002
11. **Cardenuto Ferreira R.** Talalgias: fascite plantar. *Rev Bras Ortop.* 2014;49:213–217.

Aide et assistance

Aide

Les informations complètes sont disponibles sur :
<https://www.digitsolepro.com>

Contact

Vous avez une question ou une suggestion ? N'hésitez pas à nous contacter.



Contactez-nous :

+33 (0)3 55 40 91 55

+1 720 798 4452

DigitsolePro.com

contact@digitsolepro.com



DIGITSOLE S.A.S
13 Rue Héré
Place Stanislas
54000 Nancy
France



Date du marquage CE : Mai 2021

REF DSPS001-FPT00
UDI-DI: 03700565774633

