



Lien entre impact au sol et blessures en course à pied : Mythe ou réalité ?

Congrès SFMSS 2024 - La
course à pied

ABRAN Guillaume

*Kinésithérapeute du sport, MSc
Public Health, PhD Candidate
Laboratory of Human Motion
(ULiège)*



Blessures en course à pied

Training loads

Workload:
Volume
Intensity
Frequency

Recovery:
Sleep
Nutrition

Psychosocial



Tissue load capacity

Tissue quality:
Strength
Motor control
Mobility
Genetics
Biomechanics

Previous injury

Charge mécanique répétée couplé à un repos insuffisant.



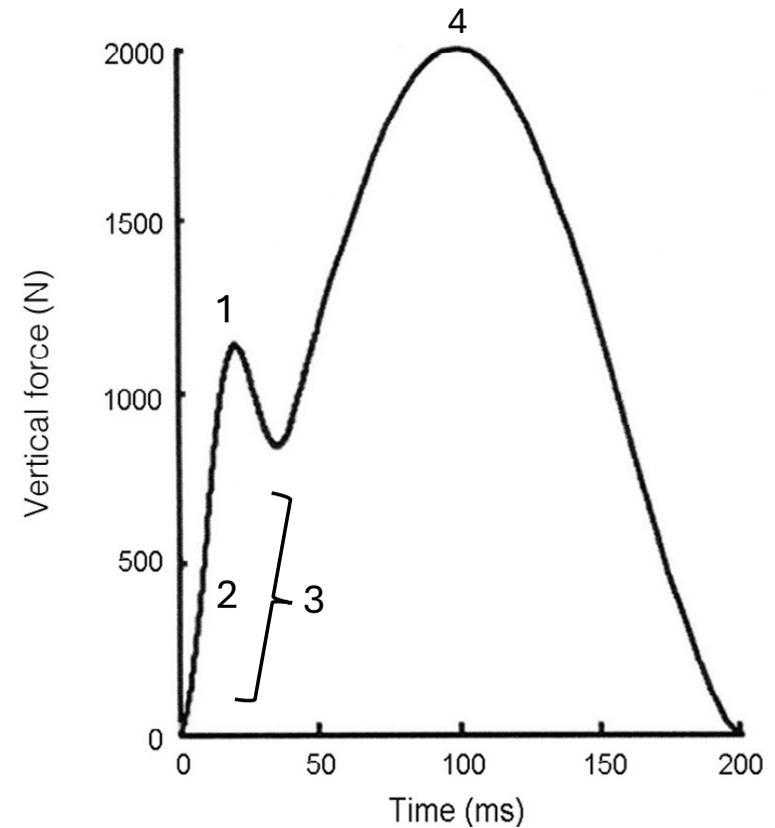
incapacité du tissu à résister à une charge supplémentaire



Impact entre le coureur et le sol = principal mécanisme de RRI ?

Variables associées avec l'impact

1. Pic d'impact (pic passif)
2. Taux de charge vertical instantané maximal (IVLR)
3. Moyenne du taux de charge vertical (AVLR)
4. Pic de force active



Pic de force actif

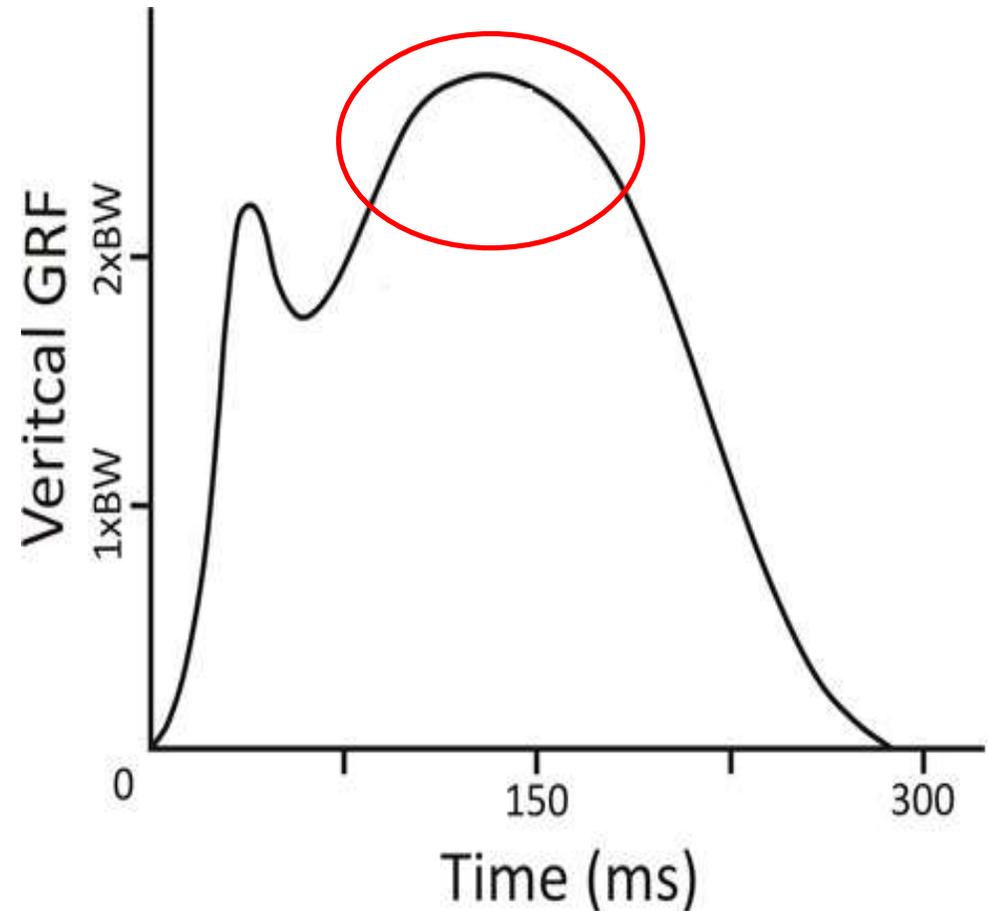
Lien supposé avec le risque de blessures car magnitude plus grande que le pic d'impact

(Dickinson et al., 1985; Winter, 1983).

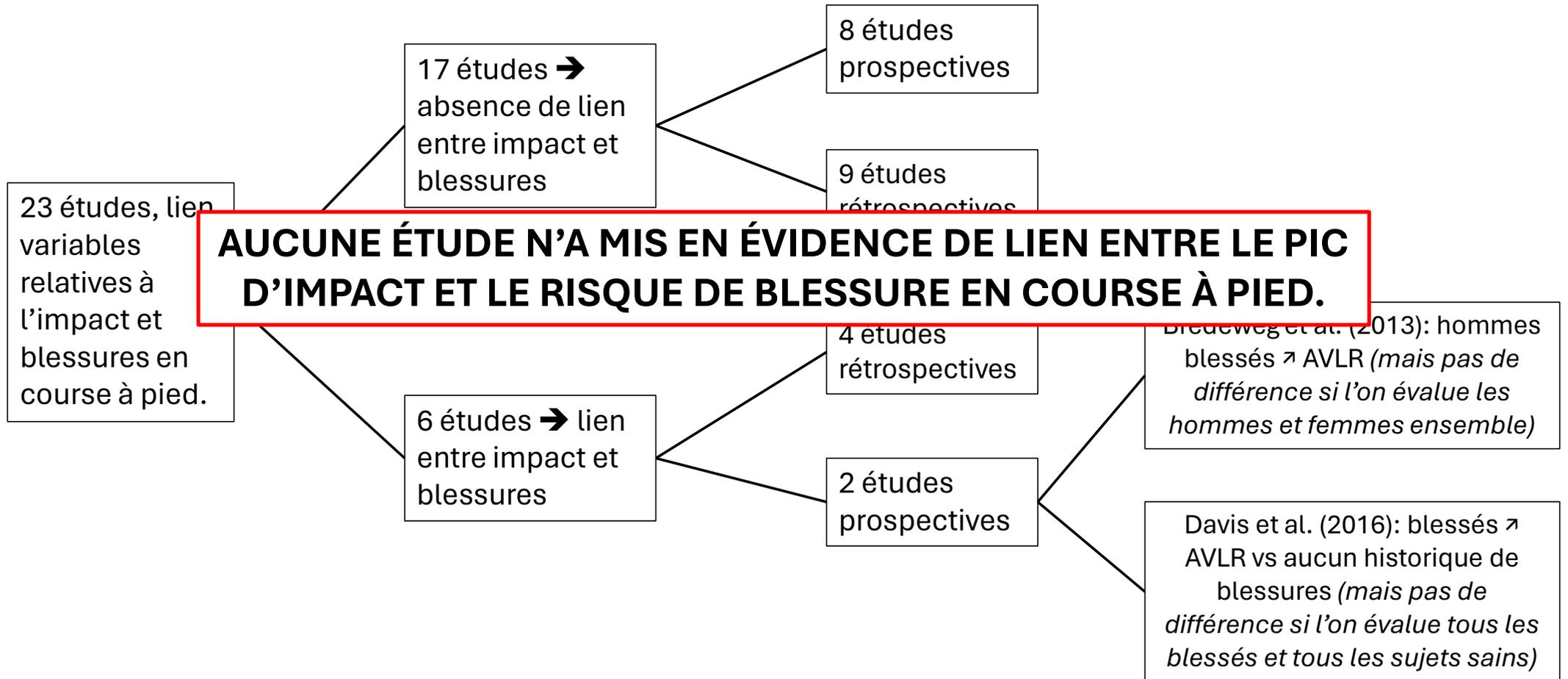


Hypothèse non supportée par les études rétrospectives et prospectives.

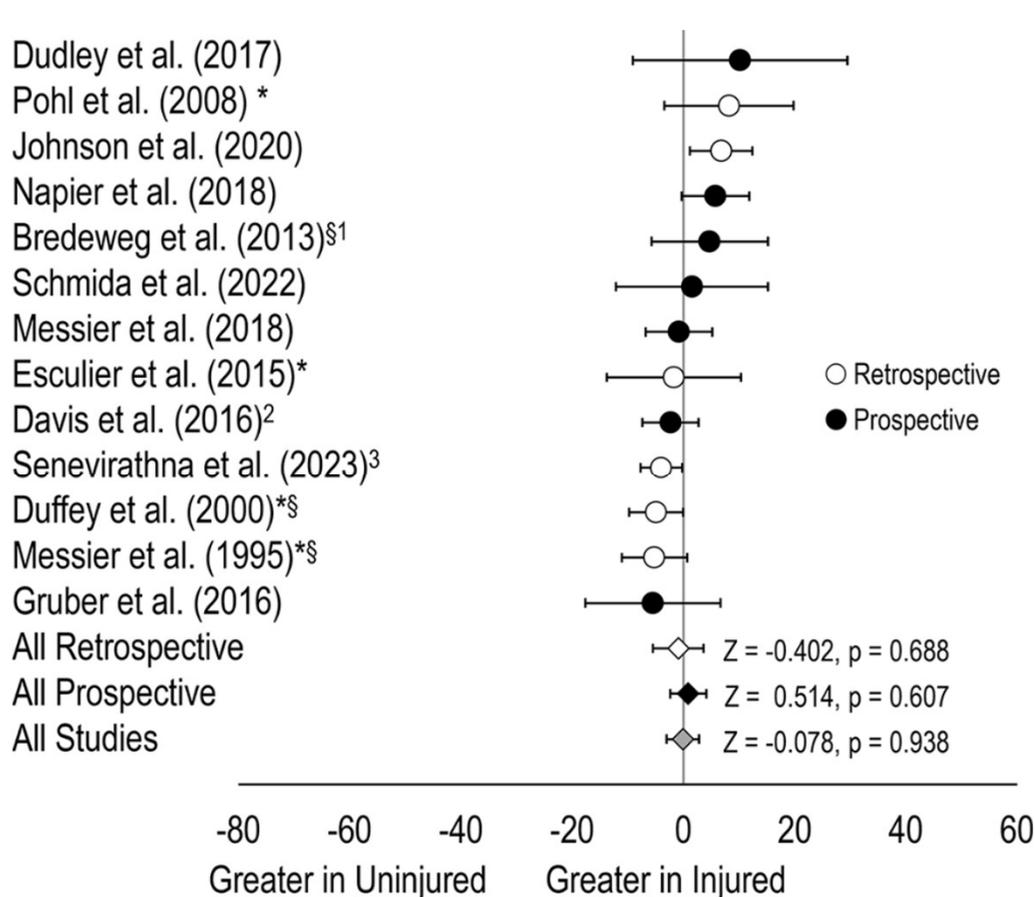
(van der Worp et al., 2016)



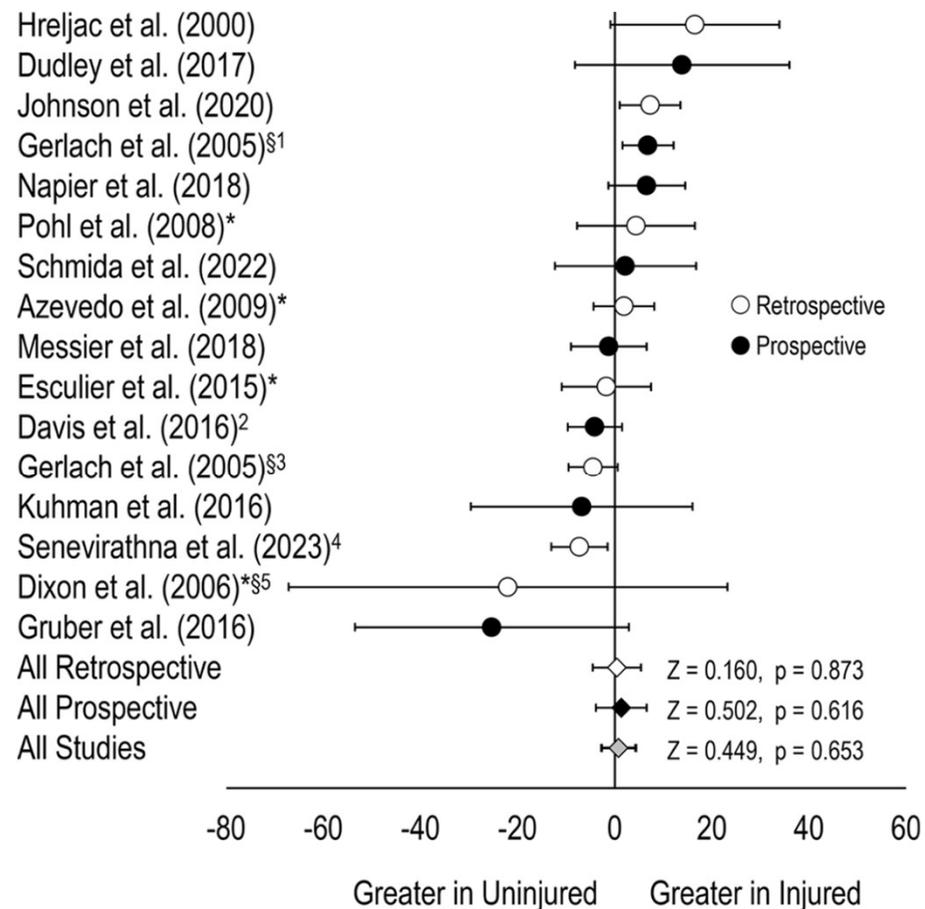
Pic d'impact (pic passif)



AVLR & IVLR – lien avec le risque de blessure

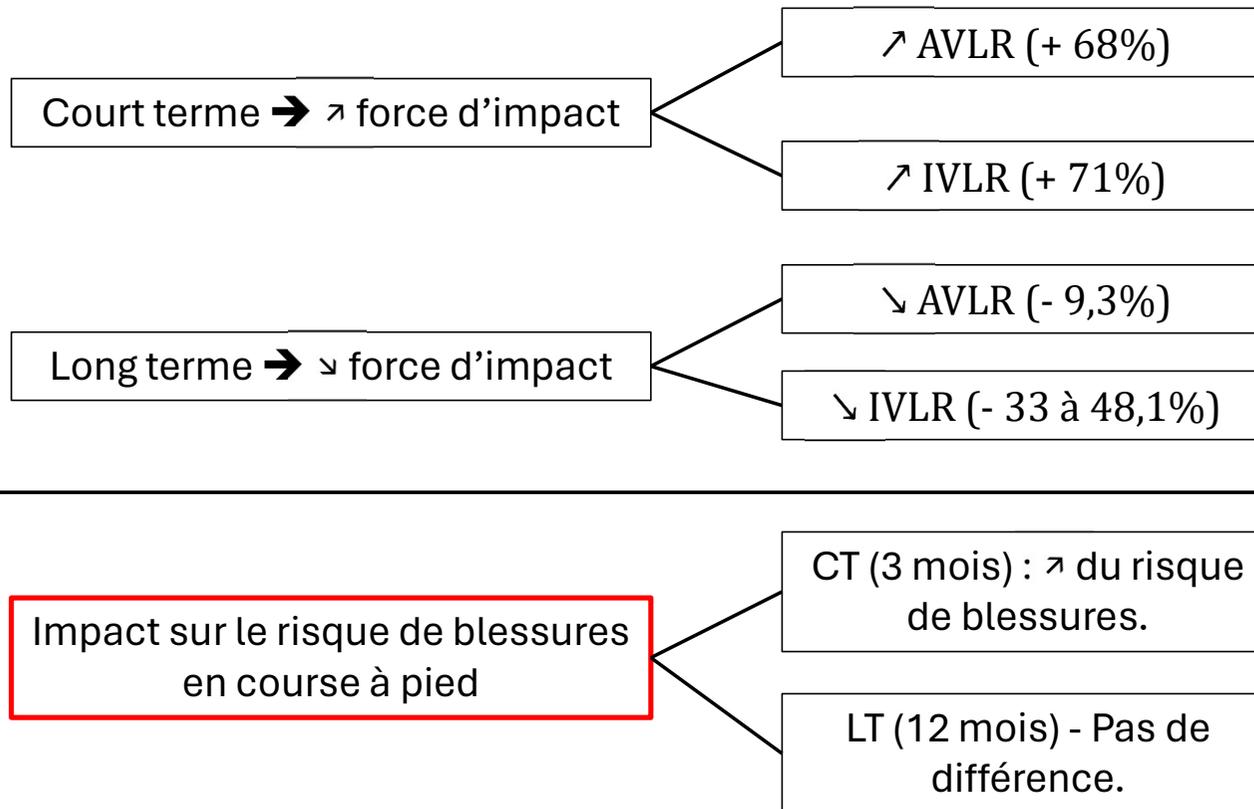


AVLR et risque de blessures



IVLR et risque de blessures

Effets des modalités visant à réduire l'impact : la chaussure minimaliste



CLINIQUE DU COUREUR

LA CHAUSSURE MINIMALISTE

CONFORT
Le «fit anatomique», caractérisé par une forme élargie de l'avant de la chaussure, se retrouve souvent dans les chaussures minimalistes. Cet espace optimal pour l'avant du pied est conçu de telle sorte que les orteils puissent bouger sans restriction et ainsi limiter les déformations possibles.

FLEXIBILITÉ
La flexibilité (longitudinale et torsionnelle) maximale permet au pied de bouger librement.

ÉPAISSEUR
Moins il y a d'amorti et d'épaisseur sous le pied, plus les perceptions du pied sont grandes et la foulée, protectrice et efficace.

DROP
Minimiser l'élevation du talon améliore la position de votre cheville et facilite ainsi une foulée plus naturelle.

POIDS
Le poids dans les pieds est très coûteux en énergie. Plus c'est léger, plus c'est performant!

TECHNOLOGIE DE STABILITÉ
Éviter les éléments de soutien visant à contrôler la pronation permet à votre pied de radier plus librement au terrain.

Opposée à la chaussure moderne maximaliste de course à pied dite traditionnelle, la chaussure minimaliste se définit comme étant une chaussure s'efforçant maximallement avec les mouvements naturels du pied, du par sa grande flexibilité, son faible dénivelé, son faible poids, sa faible épaisseur au talon et l'absence de technologies de stabilité et de contrôle du mouvement.
La chaussure peut être classée à travers un continuum, appelé indice minimaliste, qui s'appuie sur 5 caractéristiques : l'ÉPAISSEUR de la semelle, le DÉNIVELÉ (DROP), la FLEXIBILITÉ, le POIDS et les TECHNOLOGIES STABILISATRICES.

www.LaCliniqueDuCoureur.com

Ryan et al., 2014
Moore et al., 2016
Fuller et al., 2019
Esculier et al., 2023

Effets des modalités visant à réduire l'impact : cadence

The screenshot shows a web browser displaying an article on the website weasyo.com. The URL in the address bar is weasyo.com/blog/sport-fitness/quelle-cadence-de-course-adopter-en-course-a-pied/. The article title is "4/ Quelle cadence ?". The main text of the article states: "La cadence de course doit osciller autour de 180-185 ppm." It further explains that this value can vary slightly based on the runner's level and speed, and that it's not necessarily lower for slower runners. It concludes with a recommendation to gradually approach 180 ppm.

C

S
(2023)

tant

Long terme

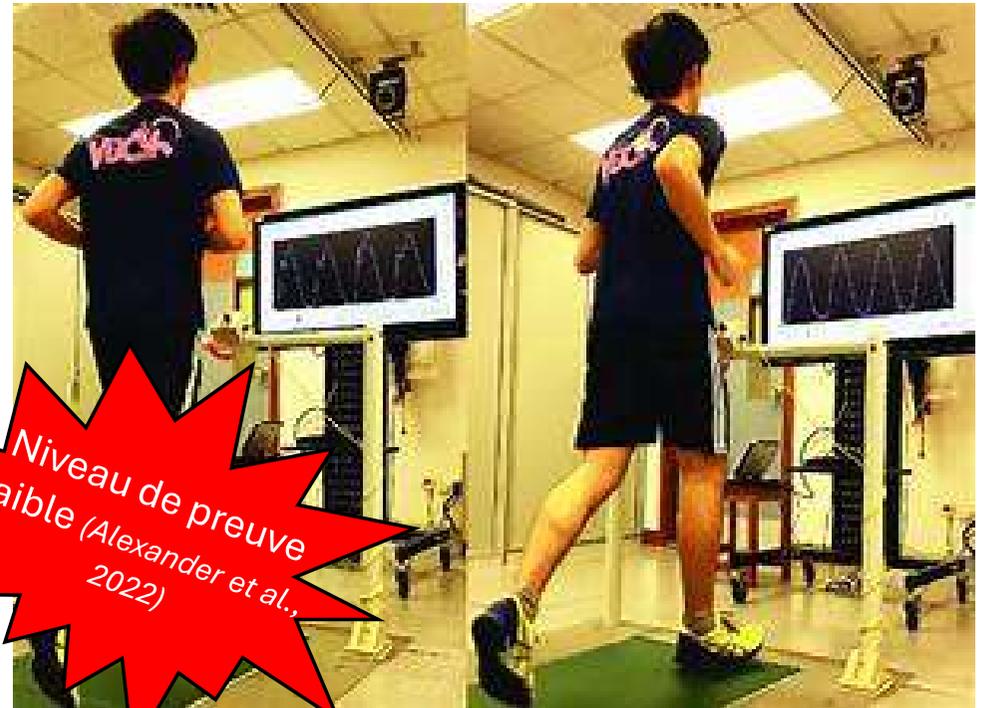
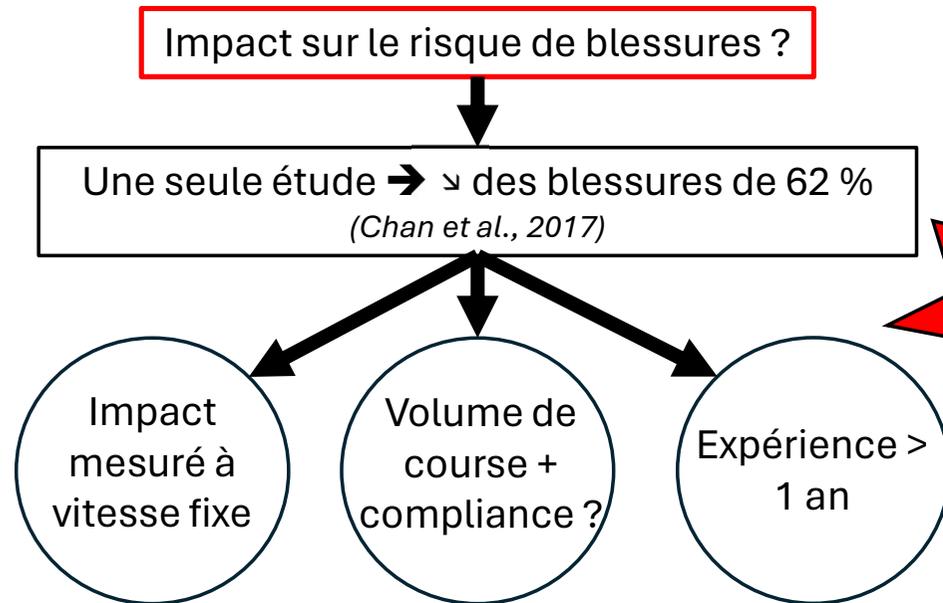
Impact sur le risque de blessure

L'impact de la modification de la fréquence de pas à LT sur **les variables liées à l'impact** est inconnu à ce jour tout comme son **effet sur le risque de blessure**.

Effets des modalités visant à réduire l'impact : feedback en temps réel

Méthodes de feedback visuel et/ou auditif sont efficaces pour réduire le AVLR et le IVLR à CT et LT.

(Doyle et al., 2022; Van den Berghe et al., 2022)



Niveau de preuve
faible (Alexander et al.,
2022)

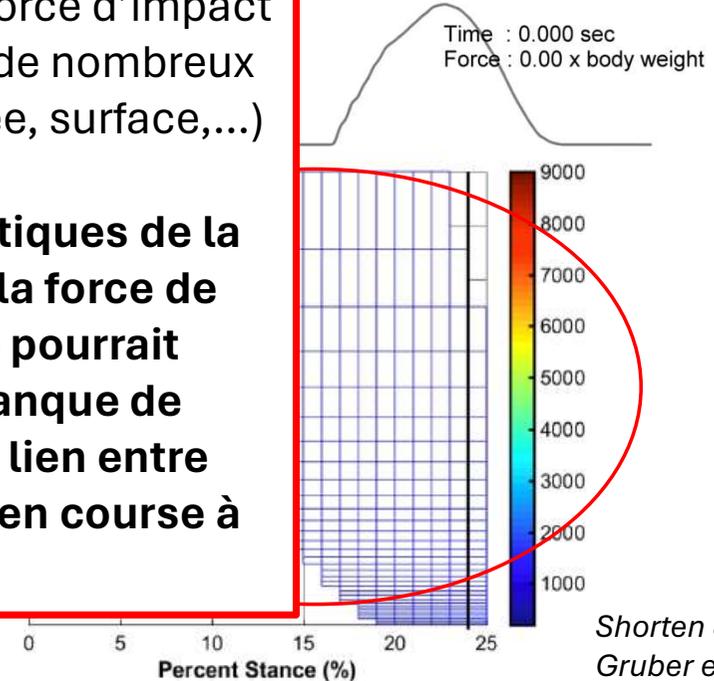
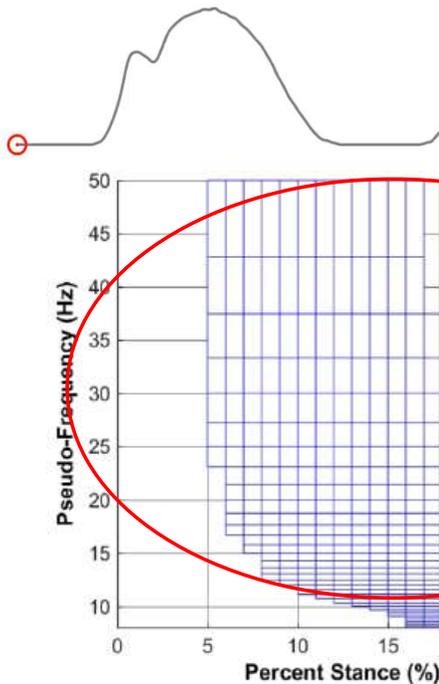
Evaluons-nous l'impact au sol correctement ?



1. Les plateformes de force ne peuvent pas dissocier les forces d'impact et les forces liées au mouvement du corps.

2. Les caractéristiques de la force d'impact peuvent être influencé par de nombreux facteurs (chaussures, foulée, surface,...)

L'évaluation des caractéristiques de la force d'impact à partir de la force de réaction au sol verticale pourrait expliquer en partie le manque de consensus concernant le lien entre impact au sol et blessures en course à pied.



Lien avec le risque de blessure

Spatiotemporal and Ground-Reaction Force Characteristics as Risk Factors for Running-Related Injury: A Secondary Analysis of a Randomized Trial Including 800+ Recreational Runners

Laurent Malisoux ¹, Paul Gette ², Nicolas Delattre ³, Axel Urhausen ⁴, Daniel Theisen ⁵

Affiliations + expand

PMID: 35049407 DOI: 10.1177/03635465211063909



Time domain analyses

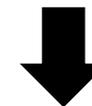
*“Contrary to widespread beliefs, **vertical impact peak, loading rate, and step rate were not injury risk factors** in recreational runners.”*

Relevance of Frequency-Domain Analyses to Relate Shoe Cushioning, Ground Impact Forces and Running Injury Risk: A Secondary Analysis of a Randomized Trial With 800+ Recreational Runners

Laurent Malisoux ¹, Paul Gette ², Anne Backes ¹, Nicolas Delattre ³, Jan Cabri ⁴, Daniel Theisen ⁵

Affiliations + expand

PMID: 34859204 PMID: PMC8632264 DOI: 10.3389/fspor.2021.744658



Frequency domain analyses

“Participants with **low AVLR and IVLR of the high frequency signal had lower injury risk** ... Those with **early occurrence of impact peak force** (high frequency signal) had **greater injury risk.**”

Points importants :

- 🚧 **L'analyse traditionnelle des forces d'impact ("Time Domain Analyses") est inappropriée** car elle ne permet pas d'isoler les forces produites lors de la collision avec le sol.
- 🚧 **Les méthodes actuelles** (chaussures & changement de foulée) visant à réduire l'impact au sol afin de réduire le risque de blessures en course à pied **sont basées sur des théories controversées.**
- 🚧 **L'investigation de méthodes visant à réduire les hautes fréquences** composant les forces d'impact et leurs **effets sur le risque de blessures** en course à pied devraient être entrepris.

**Des questions sur les travaux
que nous menons ?**

Contactez-nous :

 : @abran_guillaume

 : Guillaume Abran

 : guillaume.abran@uliege.be

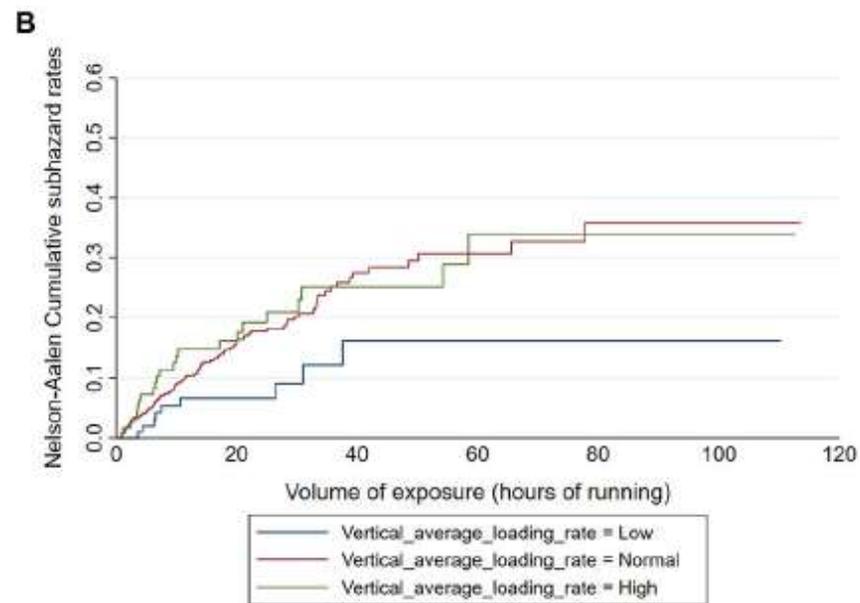
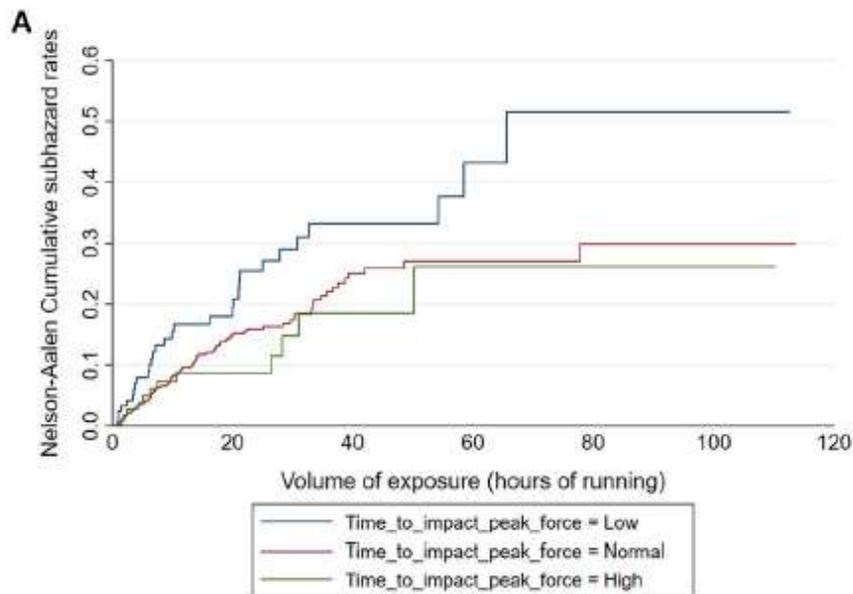


MERCI POUR
VOTRE
ATTENTION.

Merci à mes superviseurs (Dr. Schwartz, Dr. Delvaux, Pr. Croisier) et l'équipe de recherche (LAM).

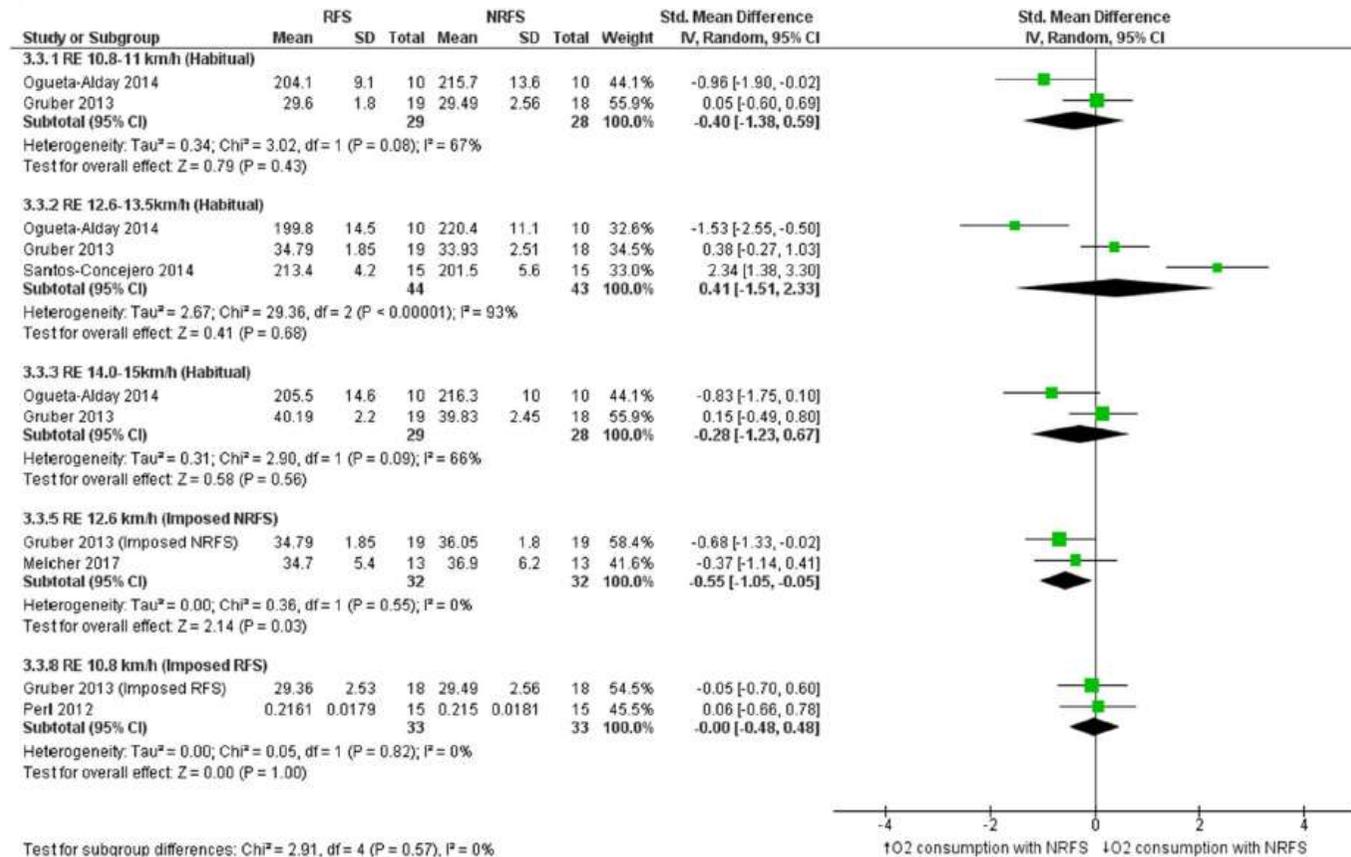


Hautes fréquences et lien avec les blessures



↘ du temps pour atteindre le pic de force d'impact et ↗ de la moyenne du taux de charge vertical de la force d'impact à haute fréquence → majoration du risque de blessure.

Type de foulée et performance



Cadence et Performance

Table 1 Modifiable intrinsic and extrinsic running biomechanics and their effect on running economy

Evidenced effect on RE	Intrinsic				Extrinsic
	Spatiotemporal	Kinetics	Kinematics	Neuromuscular	
Beneficial	Self-selected stride length (minus 3 %)	Greater leg stiffness	Less leg extension at toe-off	Low muscle activation during propulsion	Firm, compliant shoe-surface interaction
	Low vertical oscillation	Alignment of GRF and leg axis during propulsion	Large stride angle	Low agonist-antagonist coactivation	Barefoot or lightweight shoes (<440 g)
		Low lower limb moment of inertia	Maintain arm swing		
Conflicting	Ground contact time	Impact force	Trunk lean	Biarticular coactivation	Orthotics
Limited or unknown	Swing time	Anterior-posterior forces			
	Horizontal distance between the foot and CoM at initial contact	Impulses	Swing phase	Vastus medialis preactivation	
	Braking/deceleration time		Foot-strike pattern		
	Speed lost during ground contact		Breast kinematics		

CoM centre of mass, *GRF* ground reaction force, *RE* running economy

Facteurs de risque biomécanique

Principales limites:

1. Définition du terme “blessure”.
2. Hétérogénéité des populations étudiées.
3. Manque d'études prospectives avec un nombre important de coureurs.

		FRONTAL / TRANSVERSE	SAGITTAL
Kinematics and joint moments, stiffness and impulses	Trunk		
	Pelvis / hip	↑ Peak hip adduction angle ^{a,b} [35,36] **	
	Knee	↑ Internal knee abduction moment impulse ^c [49] ** ↑ Peak external knee adduction moment ^c [37] ** ↑ Peak knee internal rotation angle ^b [36] **	↓ Peak knee flexion angle ^a [38] ‡ * ↑ Knee joint stiffness ^c [39] **
	Ankle / foot	↑ Peak ankle eversion velocity ^c [37] ** ↓ Peak ankle eversion velocity ^c [40] ** ↑ Peak ankle eversion angle ^c [40] ** ↑ Ankle eversion range of motion ^d [40] ** ↑ Peak rearfoot eversion angle ^a [38] ‡ *	↓ Peak ankle dorsiflexion angle ^a [38] ‡ *
Kinetics	Impact-related variables	↑ Vertical (average and instantaneous) loading rate ^{a,h} [41,42] ** ↑ Vertical impact peak ^b [42] ** ↓ Asymmetry in vertical impact peak ^c [44] ** ↑ Peak braking force ^c [43] **	
	Plantar pressure variables	↑ Vertical plantar peak force (underneath MT II) ^a [45] * ↓ Vertical plantar peak force (underneath MT V) [46] ** ↑ Absolute force-time integral (underneath MT V) ^a [46] ** ↓ Anteroposterior displacement of the center of force ^{m,l} [46] **, [47] * ↓ Velocity of anteroposterior displacement ^c [46] ** ↑ Lateral directed force distribution ^{m,l} [46] **, [47] * ↑ Medial directed force distribution ^a [48] * ↑ Lateral directed force displacement (at initial contact, forefoot contact, foot flat and heel-off) ^c [46] ** ↓ Velocity of mediolateral displacement ^c [46] **	
Spatio-temporal	↓ Step rate ^b [50] ** ↓ Ground contact time ^a [41] ** ↑ Asymmetry in ground contact time ^c [44] ** ↓ Time to vertical peak force (underneath lateral heel) ^a [45] *		

Facteurs biomécaniques associés avec les blessures en course à pied (Ceyskens et al., 2020)