

Prix du meilleur
mémoire kiné

Influence des paramètres de l'entraînement et de la gestion de course sur la performance et l'incidence des blessures lors d'un marathon

CLAIRE DHENIN

PROMOTEUR : MIKAËL SCOHIER

Laboratoire Forme et Fonctionnement Humain

Pôle de recherche en Sciences de la motricité du Cerisic

Haute école Louvain-en-Hainaut — Montignies-sur-Sambre

scohierm@helha.be

RÉSUMÉ. — L'objectif de cette étude est de déterminer si une course à vitesse constante est un facteur déterminant de la performance lors du marathon et d'établir un éventuel lien entre les blessures observées et la gestion de la vitesse de course ou les caractéristiques de l'entraînement. Deux cent quarante-deux marathoniens ont répondu à un questionnaire accessible en ligne et les données chronométriques des 11 393 participants au marathon d'Amsterdam 2017 ont été analysées. Les résultats ont mis en évidence que la majorité des coureurs (68-76%) réalise leur deuxième partie de marathon plus lentement que la première, ce qui est d'après les données du marathon d'Amsterdam, significativement relié à une moins bonne performance finale. L'analyse du questionnaire n'a pas démontré que cela augmentait l'incidence des blessures pendant le marathon, comparativement aux marathoniens ayant maintenu une vitesse constante ou progressivement plus rapide. Le volume d'entraînement hebdomadaire modifierait la prévalence des blessures antérieures alors que les blessures encourues pendant la préparation du marathon sembleraient être davantage reliées à une augmentation trop importante du volume d'entraînement durant cette phase. En conclusion, les marathoniens pourraient tirer profit d'une course à vitesse constante afin de réaliser la meilleure performance possible. Pendant la période de préparation, il semblerait judicieux de ne pas augmenter de façon trop importante le volume d'entraînement hebdomadaire afin d'éviter les blessures.

ABSTRACT. — The purpose of this study is to investigate whether a steady pace is a key factor in marathon performance and to establish the relationships between injuries and race pace management or training characteristics. Two hundred and forty-two marathon runners completed the survey online and the

race data of 11,393 competing in the 2017 Amsterdam Marathon have been analyzed. Results have shown that most of the runners (68-76%) ran the second part of the marathon slower than the first one, which is, according to the Amsterdam Marathon data, significantly related to a lesser final performance. The survey analysis has not demonstrated that this increased the occurrence of injuries during the marathon, in comparison with marathon runners who maintained a steady pace or progressively increased their pace. The weekly training volume might influence the prevalence of past injuries whilst injuries picked up during the preparation phase might be related to an excessive increase in the training volume during this phase. To conclude, marathon runners could benefit from a steady pace to reach the best performance. During the preparation phase, it would seem wise to progressively increase the weekly training volume in order to avoid injuries.

MOTS CLÉS. – Marathon — Gestion de course — Compétitivité — Blessures — Progressivité de l'entraînement

1. Introduction

Accessible à tous, la course à pied est un des sports les plus populaires dans le monde entier et son nombre d'adeptes ne cesse d'augmenter au fil des années (Hulteen *et al.*, 2017; van Dyck *et al.*, 2017). Cet engouement croissant a engendré l'apparition de nombreuses compétitions en tous genres. Parmi celles-ci, le marathon est probablement l'épreuve de longue distance la plus emblématique. Si ses origines remontent à l'Antiquité, ce n'est qu'en 1921 que la distance officielle du marathon fut fixée à 42,195 km. La préparation pour une telle épreuve nécessite un entraînement relativement rigoureux afin d'arriver en pleine possession de ses moyens le jour de l'épreuve tout en évitant les blessures, lesquelles touchent de 18 à 92 % des marathonniens (Lopes *et al.*, 2012; van Gent *et al.*, 2007). Populairement, il semble également admis que la gestion de la vitesse de course durant le marathon soit capitale pour l'obtention d'un bon résultat. À cet égard, le coureur a le choix entre 3 options : 1°) courir en *negative split*, c'est-à-dire en réalisant la seconde partie du marathon plus rapidement que la première ; 2°) courir à vitesse constante, c'est-à-dire s'imposer un rythme précis à maintenir toute la durée de l'épreuve ; 3°) courir en *positive split*, c'est-à-dire en terminant le marathon plus lentement qu'il n'a été débuté. Dans ce dernier cas, il s'agit plus souvent moins d'une stratégie en soi que d'une quasi inévitable perte de vitesse due à la fatigue. En revanche, courir en *negative split* ou à vitesse constante nécessite beaucoup d'expérience (Bertram, Prebeau-Menezes & Szarko, 2013) et peu de coureurs semblent y parvenir. À ce jour, aucune étude n'a investigué la relation entre la gestion de la vitesse de course et la performance au marathon. L'objectif principal de notre mémoire

a donc été de déterminer, à l'aide d'un questionnaire et des résultats du marathon d'Amsterdam 2017, si une quelconque relation existe entre ces deux paramètres. Les données du questionnaire ont également pour objectif d'établir une éventuelle relation entre les caractéristiques de l'entraînement ou la gestion de la vitesse de course et l'incidence des blessures.

2. Méthode

Un questionnaire en ligne, réalisé en partenariat avec le *Sport Medicine Research Laboratory* du *Luxembourg Institute of Health* et rédigé en français, néerlandais et anglais, a été envoyé aux organisateurs de différents marathons internationaux et a été diffusé sur les réseaux sociaux. Il a permis de récolter, entre autres, les caractéristiques de l'entraînement et de la gestion de course adoptée ainsi que le type et l'incidence des blessures de 242 marathonniens, dont 198 hommes et 44 femmes (âge : 44 ± 10 ans; masse : 69 ± 10 kg; taille : $1,74 \pm 0,10$ m).

Afin d'étudier la régularité de la vitesse des coureurs, un indice de constance a été calculé à partir du temps final au marathon (Temps marathon) et du temps de passage à la mi-course, soit au 21^e km (Temps semi) selon la formule suivante :

$$\text{Indice de constance (IC)} = \frac{(\text{Temps marathon} - \text{Temps semi})}{(\text{Temps semi})} - 1$$

Les coureurs ont ensuite été classés en trois catégories selon leur gestion de la vitesse de course déterminée par cet indice de constance : *negative split* (IC < -0,05), vitesse constante (IC compris entre -0,5 et 0,5) ou *positive split* (IC > 0,05). Une analyse de variance à 1 facteur a alors été réalisée afin de comparer la performance au marathon de ces différentes catégories. La même analyse a été réalisée à partir des données chronométriques du marathon d'Amsterdam 2017 ($n = 11393$). Les coureurs ayant répondu au questionnaire ont également été répartis par catégories d'après leur volume d'entraînement hebdomadaire et d'après l'augmentation de ce volume pendant la préparation au marathon. L'augmentation du volume d'entraînement hebdomadaire a été calculée à partir de la formule suivante :

$$\text{Augmentation (\%)} = \frac{(\text{km hebdo. programme} - \text{km hebdo. pré-programme})}{(\text{km hebdo. pré-programme})} \times 100$$

Des tests de χ^2 ont été réalisés afin d'observer un éventuel lien entre les différentes catégories réalisées et le risque de blessures avant, pendant ou après le marathon. Le seuil de signification α a été fixé à 0,05 pour tous les tests statistiques. L'analyse des données, les illustrations et les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide des logiciels Microsoft Excel (version 16.16.1) et SigmaPlot (Systat Software, San Jose, CA). Les données sont généralement présentées moyenne $\pm$ écart-type.

3. Résultats

3.1. Caractéristiques générales de la population

Soixante-quatre pour cent des marathoniens ayant répondu au questionnaire pratiquaient la course à pied depuis au moins 5 ans. Avant la préparation spécifique au marathon, leur volume d'entraînement était de 37 ± 19 km hebdomadaire, réparti en majorité sur 3 à 4 séances. La majorité d'entre eux ont ensuite établi un programme spécifique d'entraînement pour le marathon d'une durée de minimum 9 semaines, comportant en moyenne 50 ± 21 km par semaine répartis à nouveau majoritairement sur 3 à 4 séances.

3.2. Gestion de la vitesse de course et performance au marathon

D'après les temps de passage obtenus à la mi-course, nous avons pu observer que 5 % des marathoniens de notre étude ont réalisé un *negative split*, 27 % ont maintenu une vitesse constante et 68 % ont réalisé un *positive split*. L'analyse des données du marathon d'Amsterdam ($n = 11393$) nous indique des tendances similaires : 1 % de *negative split*, 23 % de vitesse constante et 76 % de *positive split*.

Bien que les coureurs avec un *positive split* ont pris en moyenne plus de temps pour terminer leur marathon, les résultats de notre enquête n'ont pas montré de relation significative entre la catégorie d'indice de constance et le temps final au marathon ($p = 0,055$, Figure 1). À plus grande échelle, l'analyse des données du marathon d'Amsterdam a montré que la régularité de la course influait sur la performance finale ($p < 0,001$, Figure 1) : les coureurs qui ont maintenu une vitesse constante ont été, en moyenne, les plus rapides ($225,5 \pm 34,5$ min), suivi par les coureurs avec un *negative split* ($237,4 \pm 30,2$ min) et enfin les coureurs avec un *positive split* qui ont réalisé clairement les moins bonnes performances ($254,4 \pm 41,1$ min).

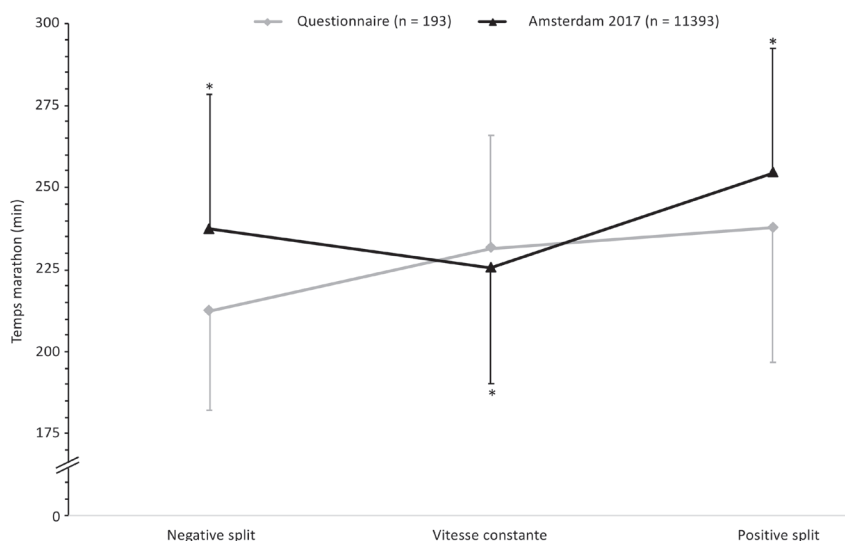


Figure n°1.

Comparaison des temps finaux au marathon (en min) réalisés par les 3 catégories basées sur l'indice de constance (*negative split*, vitesse constante et *positive split*) pour les coureurs ayant répondu au questionnaire (losanges gris, $n = 193$) et pour ceux du marathon d'Amsterdam 2017 (triangles noirs, $n = 11\,393$). Les barres verticales représentent + ou - l'écart-type. * signifie que le temps final du groupe est significativement différent de celui des 2 autres groupes.

3.3. Prévalence et incidence des blessures

D'après les résultats, 68 % des coureurs ont souffert d'un ou de plusieurs problèmes physiques pendant leur marathon. Parmi ceux-ci, les douleurs musculaires non définies (33 %), les crampes (22 %) et les ampoules (15 %) étaient les plus rapportées (Figure 2A) alors que les quadriceps (23 %), les triceps suraux (17 %) et les genoux (15 %) sont les localisations les plus touchées par un problème physique (Figure 2B). Notre enquête n'a pas montré d'incidence différente selon la gestion de la vitesse de course ($p = 0,287$).

Concernant l'entraînement, une relation est observée entre le volume d'entraînement hebdomadaire et la prévalence des blessures antérieures au programme spécifique marathon ($p = 0,004$), mais pas entre celui-ci et l'incidence des blessures encourues durant la préparation ($p = 0,423$) ou le jour du marathon ($p = 0,288$) (Tableau 1). Ainsi, les coureurs qui réalisent de 0 à 30 km par semaine sont ceux qui ont démontré le moins de blessures antérieures au programme (34 %) alors que ceux réalisant plus de 65 km par semaine ont été à l'inverse les plus touchés par des blessures antérieures (78 %). À noter que les coureurs avec le plus faible kilométrage hebdomadaire sont également ceux

qui ont rapporté le moins de blessures pendant la préparation (10%), mais à l'opposé le plus de blessures pendant le marathon (74%).

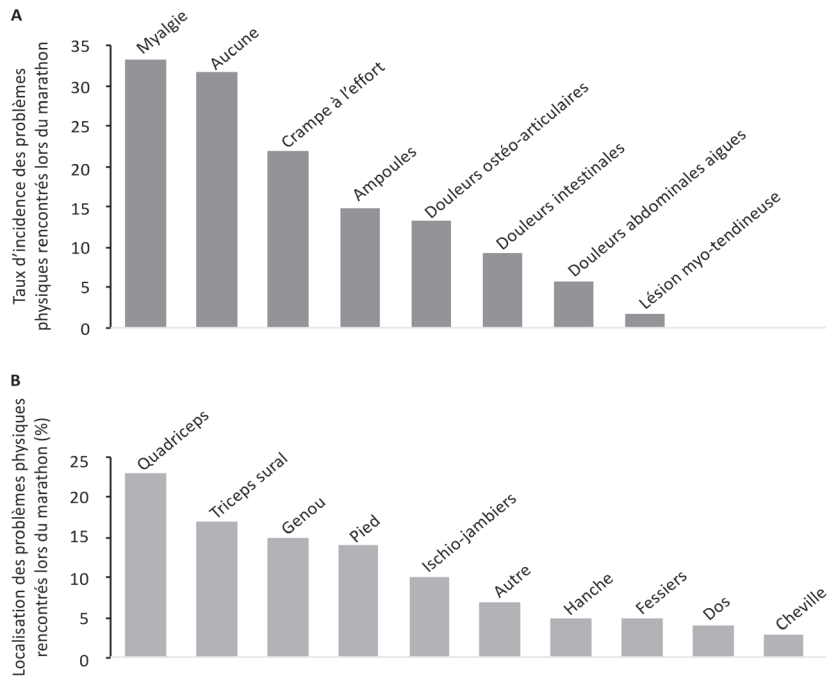


Figure n°2.
Taux d'incidence (A) et localisation (B) des problèmes physiques rencontrés lors du marathon.

Catégorie km/sem	Blessures antérieures (prévalence %)	Blessures prépara- tion (incidence %)	Blessures mara- thon (incidence %)
0 – 30 km (n = 31)	34	10	74
31 – 50 km (n = 135)	61	23	63
51 – 65 km (n = 43)	50	24	56
66 – 150 km (n = 31)	78	19	52
Total (n = 240)	56	20	62
P-valeur (χ^2)	0,004	0,423	0,288

Tableau n°1.
Prévalence des blessures observées entre le début de la pratique en course à pied et le début du programme spécifique marathon (colonne 2) et incidence des problèmes physiques rencontrés pendant la préparation spécifique au mara- thon (colonne 3) et lors de la réalisation du marathon (colonne 4) en fonction du nombre de km/semaine effectués pendant la préparation spécifique au marathon (colonne 1).

Données du questionnaire. Les p -valeurs sont issues de tests de χ^2 réalisés afin d'observer une éventuelle relation entre le nombre de kilomètres parcourus par semaine pendant le programme spécifique au marathon et l'apparition ou non de blessures.

Enfin, un lien quasi significatif ($p = 0,054$) a été observé entre la différence du volume d'entraînement hebdomadaire observée durant la phase de préparation par rapport à ce qui était réalisé précédemment et le pourcentage de blessures durant cette même phase (Tableau 2). Ainsi, les coureurs qui ont augmenté leur volume d'entraînement durant leur programme d'entraînement spécifique au marathon de 0 à 60 % sont ceux dont le risque de blessures durant la préparation semblerait être le plus faible.

Augmentation du volume d'entraînement hebdo. (%)	Blessures préparation (incidence %)
< 0 % (n = 5)	2
0 – 30 % (n = 113)	17
31 – 60 % (n = 52)	8
61 – 100 % (n = 38)	12
> 100 % (n = 28)	9
Total (n = 236)	20
P-valeur (χ^2)	0,054

Tableau n°2.

Nombre de coureurs blessés pendant la préparation au marathon en fonction du pourcentage d'augmentation du volume d'entraînement hebdomadaire lors du programme d'entraînement spécifique au marathon.

Données du questionnaire. P -valeur obtenue à l'aide d'un test de χ^2 réalisé afin d'observer une éventuelle relation entre la progressivité de l'entraînement et l'incidence de blessures lors de la préparation spécifique au marathon.

4. Discussion

4.1. Gestion de la vitesse de course et performance au marathon

Les données du marathon d'Amsterdam ont montré que courir à une vitesse constante tout au long du marathon permet de réaliser en moyenne un meilleur temps final. Des résultats assez similaires ont précédemment été montrés pour une course de plus longue distance lors d'un ultra-marathon de 100 km aux Pays-Bas où les coureurs les plus rapides ne montraient qu'une faible décélération de leur vitesse lors de la deuxième moitié de l'épreuve (Lambert *et al.*, 2004). Similairement, l'analyse de données cinétiques collectées avant, après 16 km et après 32 km d'un marathon a permis d'observer que les cou-

reurs les plus rapides étaient ceux chez qui très peu de changements étaient observés dans la vitesse et les caractéristiques de course à ces différentes étapes du marathon (Bertram, Prebeau-Menezes & Szarko, 2013). Les records du monde élite du marathon et de l'ultra-marathon sont d'ailleurs réalisés avec peu de changements de la vitesse tout au long de l'épreuve. Toutes ces études valident les croyances populaires admettant généralement qu'une course à vitesse constante ou avec un *negative split* pourrait engendrer une meilleure performance au marathon. La régulation de cette vitesse serait dépendante de la capacité d'un athlète à résister à la fatigue induite par le marathon (Abbiss & Laursen, 2008). Il s'agirait également de la stratégie de stimulation la plus efficace sur le plan métabolique (Rapoport, 2010).

4.2. Prévalence et incidence des blessures

Bien que la course à pied présente de nombreux bienfaits pour la santé (Satterthwaite *et al.*, 1999), sa pratique peut être à l'origine de différentes blessures dont l'incidence moyenne peut s'élever jusqu'à près de 80 % pour les marathoniens de tous niveaux confondus (van Gent *et al.*, 2007). Parmi les participants de notre étude, 68 % se sont plaints de problèmes physiques pendant le marathon. Il s'agissait, pour la plupart, de douleurs musculaires et/ou articulaires, de crampes et d'ampoules. Ces problèmes physiques se situaient en général au niveau des quadriceps, des triceps suraux, des genoux et des pieds. Il s'agit là des sites de blessures les plus fréquemment rencontrés en course à pied (Fredericson & Misra, 2007 ; Gordon *et al.*, 2017 ; Hespanhol Júnior, Pena Costa & Lopes, 2013 ; Lopes *et al.*, 2012 ; Satterthwaite *et al.*, 1999 ; van der Worp *et al.*, 2015 ; van Gent *et al.*, 2007). Il semblerait que, malgré leur incidence importante chez les marathoniens, les blessures observées aient un faible impact sur l'intensité de la douleur, le travail et les activités quotidiennes une semaine après la course (Van Middelkoop *et al.*, 2008). La plupart des blessures en course à pied sont des lésions de surmenage et il y a peu de blessures aiguës comme les entorses graves ou les fractures de fatigue (Hreljac, 2005).

Nos résultats n'ont pas montré que la gestion de la vitesse de course modifiait l'incidence des blessures pendant le marathon. De précédentes études se sont intéressées à l'influence de la vitesse moyenne du marathon sur le risque de blessures (Kirby & Valmassy, 1983 ; Koplan *et al.*, 1982 ; Powell *et al.*, 1986), mais aucune de ces études n'a étudié la régularité de cette vitesse. D'après nos résultats, les coureurs avec *negative split* ou à vitesse constante réalisent de meilleures performances au marathon. Leur vitesse moyenne est donc plus élevée, ce qui a par le passé était relié à un risque plus élevé de certaines blessures (Kirby

& Valmassy, 1983). A contrario, il est probable que l'apparition de douleurs durant le marathon ait forcé d'autres coureurs à ralentir leur vitesse en fin de marathon, entraînant un *positive split*. Les uns et les autres semblent donc pouvoir être touchés tout autant par les blessures qui pourraient être soit la conséquence d'une vitesse élevée, soit l'origine d'une vitesse progressivement plus lente.

D'après les résultats de notre enquête, 56 % des marathoniens ont déjà été blessés avant le début de leur programme spécifique. Le pourcentage de blessures le plus important a été relevé chez les coureurs qui réalisaient plus de 65 km/semaine pendant la préparation au marathon. Les moins blessés, quant à eux, sont ceux qui réalisaient moins de 30 km/semaine. Notre étude ne nous permet pas d'identifier la nature du lien entre le nombre de km/semaine réalisé pendant la préparation au marathon et le pourcentage de blessures rapporté par les coureurs depuis le début de leur pratique. Il est toutefois possible que les coureurs réalisant plus de 65 km/semaine pendant leur préparation avaient déjà un volume hebdomadaire élevé durant leur pratique antérieure. Bien qu'un effet protecteur pour le genou ait déjà été observé avec l'augmentation de la distance d'entraînement chez les marathoniens (Satterthwaite *et al.*, 1999 ; van Gent *et al.*, 2007), un kilométrage élevé pourrait être associé à un risque plus important de blessures, surtout si l'augmentation du volume d'entraînement n'est pas progressive (van der Worp *et al.*, 2015). Une augmentation trop rapide du kilométrage, ou de l'intensité, est d'ailleurs considérée comme un des facteurs de risque de blessures les plus importants (Fredericson & Misra, 2007 ; Hespagnol Júnior, Pena Costa & Lopes, 2013). Il est donc important de laisser le temps au corps de s'adapter à l'effort qui lui est demandé et d'augmenter progressivement la charge d'entraînement tout en étant régulier dans sa pratique de la course à pied (Williams, 2013). D'après nos résultats, le risque de blessures pendant la préparation au marathon est en effet plus important, de façon quasi significative, quand il y a une augmentation de plus de 61 % du volume d'entraînement hebdomadaire.

Enfin, les coureurs qui ont réalisé moins de 30 km/semaine pendant la préparation au marathon ont rapporté un nombre plus important de problèmes physiques lors du marathon. Il semblerait que l'entraînement était insuffisant pour réaliser une épreuve de 42,195 km (Rasmussen *et al.*, 2013). D'après nos résultats, le pourcentage de blessés pendant le marathon a diminué avec l'augmentation du nombre de km/semaine. Il semblerait ainsi qu'un grand nombre de km/semaine pendant la préparation soit un facteur protecteur pendant le marathon.

5. Conclusion

Nous pouvons retenir de cette étude que les coureurs à pied ont grand intérêt à conserver une vitesse constante tout au long de leur marathon afin de réaliser la meilleure performance possible. Cette « stratégie » nécessite toutefois une certaine expérience. Les marathoniens doivent également veiller à faire suffisamment de kilomètres par semaine pendant leur préparation afin d'éviter les blessures lors du marathon, sans augmenter de façon trop importante leur volume d'entraînement hebdomadaire afin d'éviter les blessures pendant la préparation au marathon.

Bibliographie

- Abbiss, C. R., & Laursen, P. B. (2008). Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. *Sports Medicine*, 38(3), 239-252.
- Bertram, J. E., Prebeau-Menezes, L., & Szarko, M. J. (2013). Gait characteristics over the course of a race in recreational marathon competitors. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 84(1), 6-15. doi : 10.1080/02701367.2013.762259
- Fredericson, M., & Misra, A. K. (2007). Epidemiology and aetiology of marathon running injuries. *Sports Medicine*, 37(4-5), 437-439.
- Gordon, D., Wightman, S., Basevitch, I., Johnstone, J., Espejo-Sanchez, C., Beckford, C., Boal, M., Scruton, A., Ferrandino, M., & Merzbach, V. (2017). Physiological and training characteristics of recreational marathon runners. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 8, 231-241. doi : 10.2147/OAJSM.S141657
- Hespanhol Junior, L.C., Pena Costa, L.O., & Lopes, A.D. (2013). Previous injuries and some training characteristics predict running-related injuries in recreational runners: a prospective cohort study. *Journal of Physiotherapy*, 59(4), 263-269. doi : 10.1016/S1836-9553(13)70203-0
- Hreljac, A. (2005). Etiology, prevention, and early intervention of overuse injuries in runners: a biomechanical perspective. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 16(3), 651-667. doi : 10.1016/j.pmr.2005.02.002
- Hulteen, R.M., Smith, J.J., Morgan, P.J., Barnett, L.M., Hallal, P.C., Colyvas, K., & Lubans, D. R. (2017). Global participation in sport and leisure-time physical activities: A systematic review and meta-analysis. *Preventive Medicine*, 95, 14-25. doi : 10.1016/j.ypmed.2016.11.027
- Kirby, K.A., & Valmassy, R.L. (1983). The runner-patient history. What to ask and why. *Journal of the American Podiatry Association*, 73(1), 39-43.
- Koplan, J.P., Powell, K.E., Sikes, R.K., Shirley, R.W., & Campbell, C.C. (1982). An epidemiologic study of the benefits and risks of running. *Journal of American Medical Association*, 248(23), 3118-3121.

- Lambert, M.I., Dugas, J.P., Kirkman, M.C., Mokone, G.G., & Waldeck, M.R. (2004). Changes in running speeds in a 100 km ultra-marathon race. *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(3), 167-173.
- Lopes, A.D., Hespanhol Júnior, L.C., Yeung, S.S., & Costa, L.O. (2012). What are the main running-related musculoskeletal injuries? A systematic review. *Sports Medicine*, 42(10), 891-905. doi : 10.2165/11631170-000000000-00000
- Powell, K.E., Kohl, H.W., Caspersen, C.J., & Blair, S.N. (1986). An epidemiological perspective on the causes of running injuries. *The Physician and Sports medicine*, 14(6), 100-114. doi : 10.1080/00913847.1986.11709103
- Rapoport, B.I. (2010). Metabolic factors limiting performance in marathon runners. *PLoS Computational Biology*, 6(10), e1000960. doi : 10.1371/journal.pcbi.1000960
- Rasmussen, C. H., Nielsen, R. O., Juul, M. S., & Rasmussen, S. (2013). Weekly running volume and risk of running-related injuries among marathon runners. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(2), 111-120.
- Satterthwaite, P., Norton, R., Larmer, P., & Robinson, E. (1999). Risk factors for injuries and other health problems sustained in a marathon. *British Journal of Sports Medicine*, 33(1), 22-26.
- van der Worp, M.P., ten Haaf, D.S.M., van Cingel, R., de Wijer, A., Nijhuis-van der Sanden, M.W.G., & Staal, J.B. (2015). Injuries in runners; a systematic review on risk factors and sex differences. *PloS One*, 10(2), e0114937. doi : 10.1371/journal.pone.0114937
- van Dyck, D., Cardon, G., de Bourdeaudhuij, I., de Ridder, L., & Willem, A. (2017). Who participates in running events? Socio-demographic characteristics, psychosocial factors and barriers as correlates of non-participation-A pilot study in Belgium. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(11). doi : 10.3390/ijerph14111315
- van Gent, R.N., Siem, D., van Middelkoop, M., van Os, A.G., Bierma-Zeinstra, S.M. A., & Koes, B.W. (2007). Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 41(8), 469-480. doi : 10.1136/bjsm.2006.033548
- Van Middelkoop, M., Kolkman, J., Van Ochten, J., Bierma-Zeinstra, S.M.A., & Koes, B. (2008). Prevalence and incidence of lower extremity injuries in male marathon runners. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(2), 140-144. doi : 10.1111/j.1600-0838.2007.00683.x
- Williams, P.T. (2013). Effects of running and walking on osteoarthritis and hip replacement risk. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(7), 1292-1297. doi : 10.1249/MSS.0b013e3182885f26

