



Athlétisme, pied, cheville

... et un peu plus





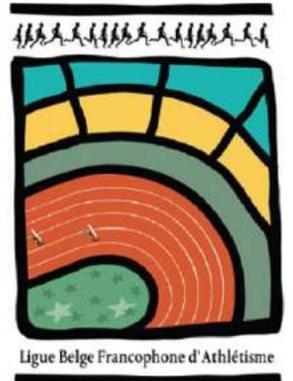
Le renforcement du pied



Historique et rappels anatomiques

François FOURCHET
PT, PhD
Laboratoire Santé & Performance

francois.fourchet@latour.ch



“Gainage?”

= Rôle de la stabilisation lombo pelvienne pour assurer la fonction des membres inférieurs

- **Stabilisateurs locaux**

= petite section et petits bras de levier

= multifidus et transverse abdominis

= augmentent la stabilité entre les segments

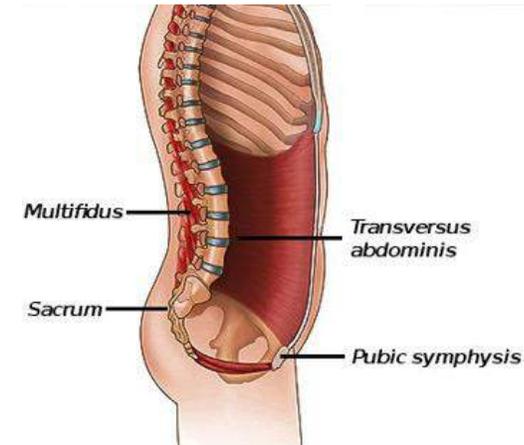
= base stable -> mobilisateurs principaux du tronc (Latissimus dorsi) = mouvements

- **Faibles stabilisateurs locaux ... manque de gainage**

-> Fondement proximal du mouvement instable et mal aligné

-> Mouvements “anormaux” du tronc et des membres inférieurs

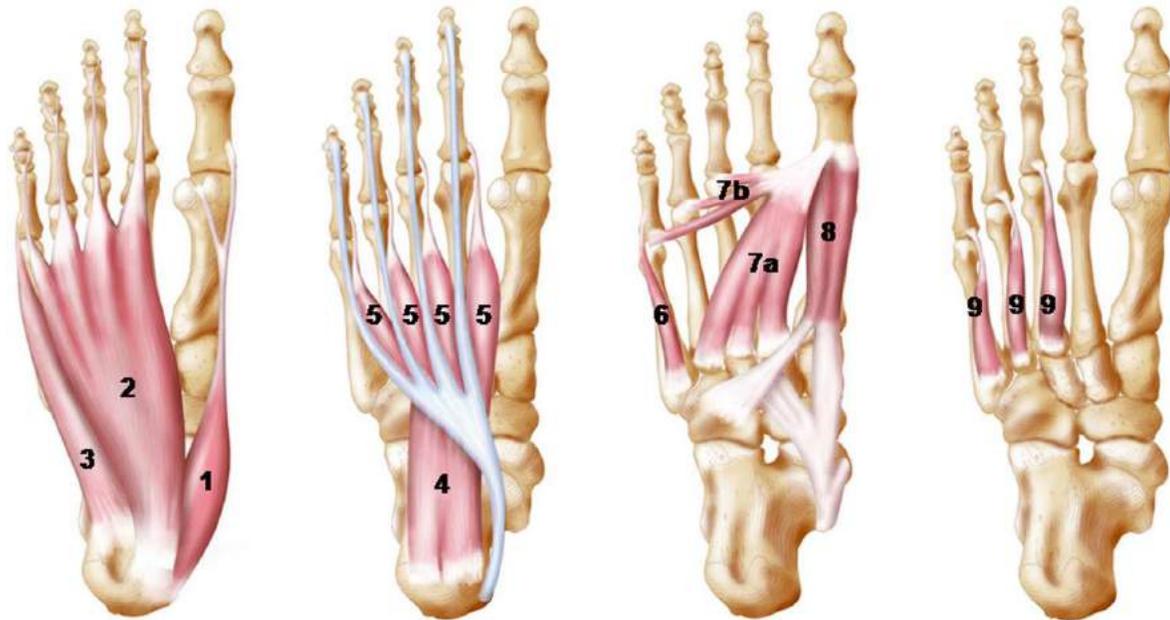
-> Pathologies de surcharge des membres inférieurs.



[McKeon et al. BJSM 2015](#)

Muscles intrinsèques du pied

= Origine et insertion distale au niveau du pied



The plantar intrinsic foot muscles: four plantar layers.

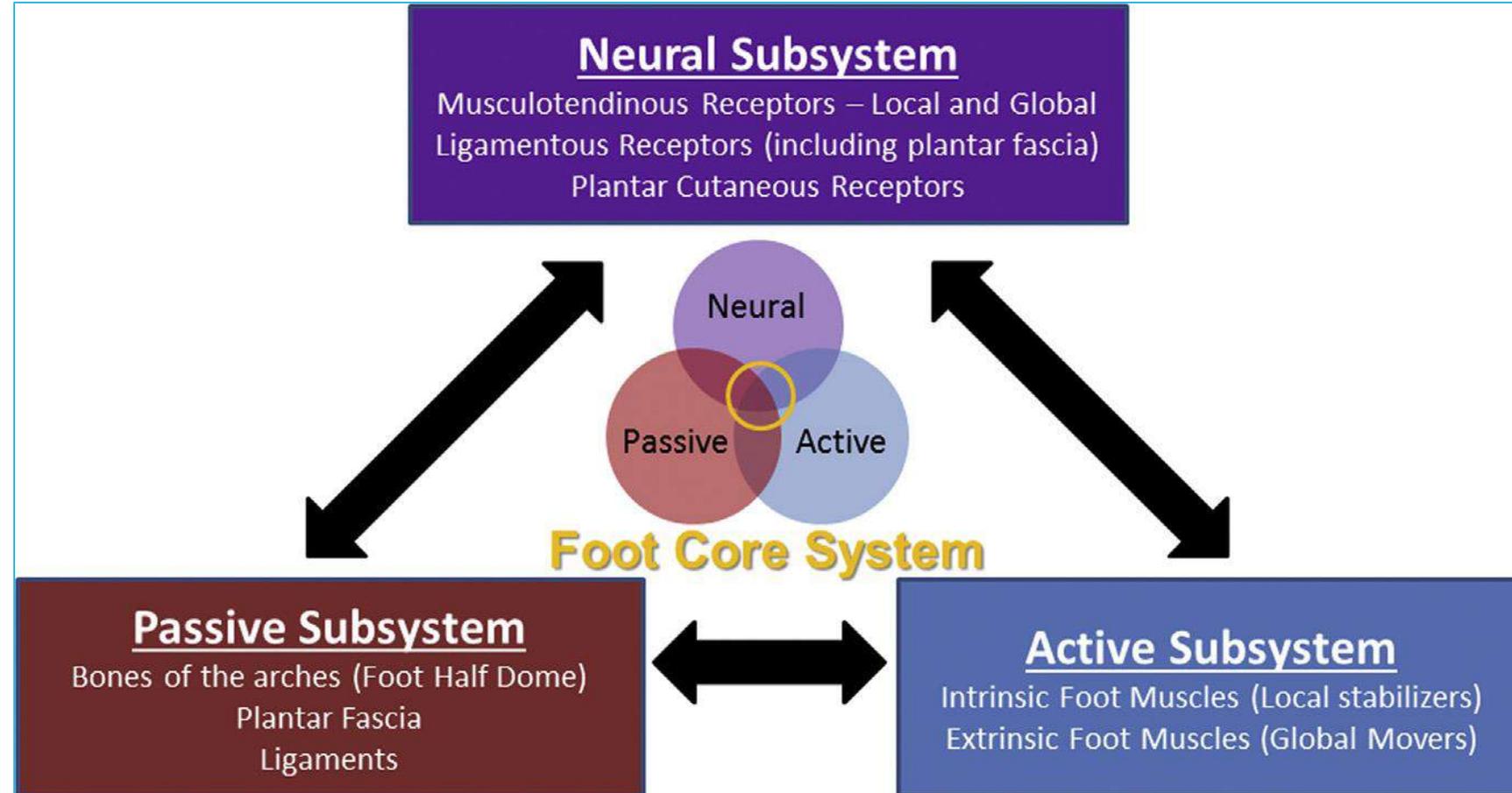
- (1) abductor hallucis,
- (2) flexor digitorum brevis,
- (3) abductor digiti minimi,
- (4) Quadratus plantae
- (5) lumbricals
- (6) Flexor digiti minimi,
- (7) adductor hallucis oblique (a) and transverse (b) heads,
- (8) flexor hallucis brevis,
- (9) plantar interossei, (10)

[McKeon et al. BJSM 2015](#)

Le concept de « gainage du pied »



<http://activespineandsport.net>

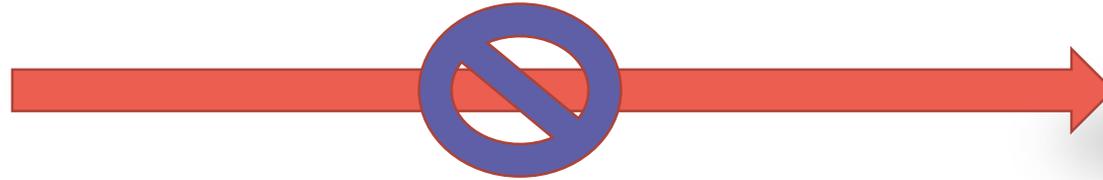


ABSORPTION VS. PROPULSION



ABSORPTION
(arrière-pied/ médio-pied)

- Flexibilité / compliance
- Stiffness (raideur)



STATIQUE VS DYNAMIQUE

PROPULSION
(avant-pied)

- Stiffness (raideur)
- Force musculaire

EVALUATION DE LA FORCE MUSCULAIRE DU PIED (fonctionnelle)

**PIED
PROPULSEUR**

EVALUATION DE LA FORCE MUSCULAIRE DU PIED (fonctionnelle)

1- HEEL RISE TEST

Updated reliability and normative values for the standing heel-rise test in healthy adults



K. Hébert-Losier^{a,*}, C. Wessman^b, M. Alricsson^c, U. Svantesson^d

Hébert-Losier et al. (2017)



Age (years)	Male		Female	
	Left side	Right side	Left side	Right side
20	37.4 (15.8, 51.1)	37.5 (16.7, 55.3)	29.6 (13.2, 47.2)	30.7 (13.6, 49.4)
30	32.7 (12.7, 47.5)	33.0 (13.7, 50.4)	26.8 (10.6, 44.2)	28.0 (11.1, 46.0)
40	28.1 (9.6, 43.9)	28.5 (10.6, 45.6)	24.0 (8.0, 41.2)	25.3 (8.6, 42.5)
50	23.5 (6.5, 40.4)	24.0 (7.6, 40.7)	21.3 (5.5, 38.3)	22.6 (6.4, 39.1)
60	18.8 (3.4, 36.8)	19.5 (4.5, 35.9)	18.5 (2.9, 35.3)	19.9 (3.5, 35.7)
70	14.2 (0.3, 33.2)	14.9 (1.5, 31.0)	15.7 (0.3, 32.3)	17.2 (1.0, 32.2)
80	9.6 (0.0, 26.6)	10.4 (0.0, 26.2)	12.9 (0.0, 29.4)	14.5 (0.0, 28.8)

Estimates are for individuals with a body mass index of 24.2 kg/m² and a physical activity

Répétitions maximales

Vitesse (60bpm)

Mains au mur (fingerstip)

1 rappel d'erreur

FLEXION PLANTAIRE

Liberto et al. (2019)

Ankle and Midfoot Power During Single-Limb Heel Rise in Healthy Adults

Frank E. DiLiberto^{1,2} and Deborah A. Nawoczenski³

¹University of Rochester; ²Rosalind Franklin University of Medicine and Science; ³University of Rochester Medical Center

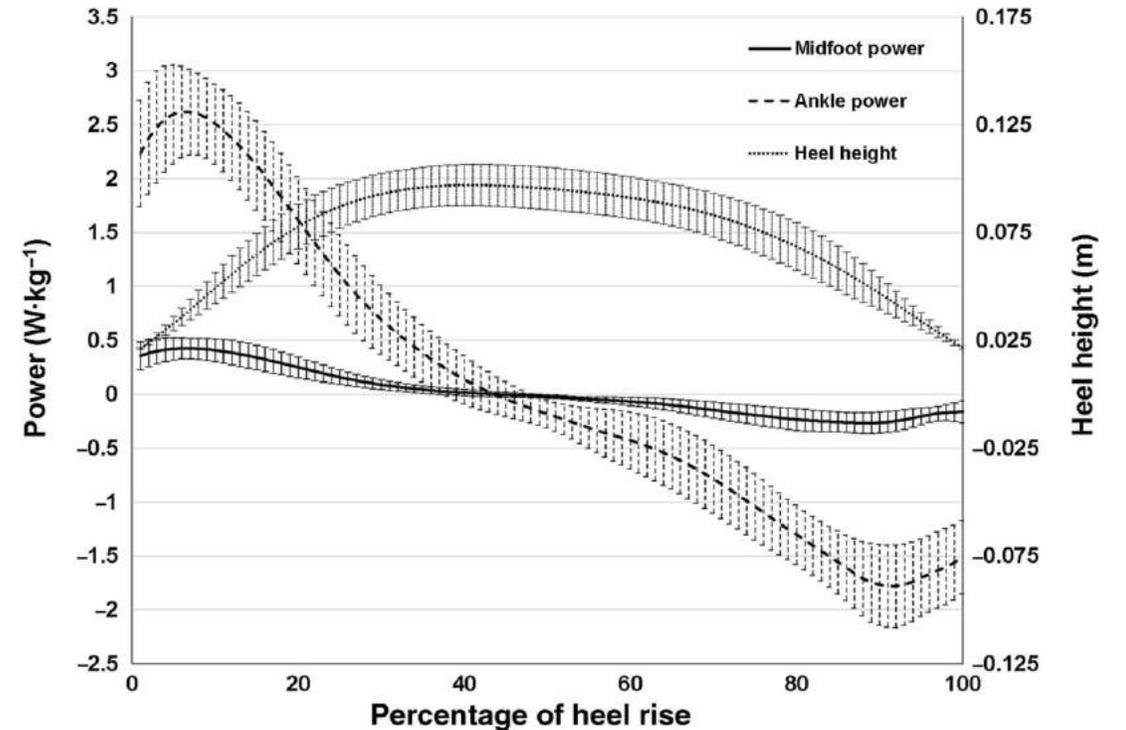


Heel rise : ankle peak power (83%) and midfoot peak power (17%)
 Midfoot peak power accounted for 36% of the variance in heel height

Table 1 Midfoot Region and Ankle Power During the Rising Phase of the Single-Limb Heel Rise

	Midfoot	Ankle
Peak positive power, $W \cdot kg^{-1}$	0.5 (0.2); 0.3 to 0.6	2.8 (0.8); 2.2 to 3.3
Peak positive power timing, %heel rise	6.8 (3.4); 4.7 to 9.0	7.7 (2.8); 5.9 to 9.4

Note: Data are presented as mean (SD); 95% confidence interval.



WINDLASS MECHANISM (MECANISME DU TREUIL)

« Hick's windlass mechanism suggests that dorsiflexion of the MTP during late stance produces winding of the plantar fascia around the metatarsal head (or drum of the windlass). This winding of the plantar fascia pulls on the calcaneus, **shortens, raises and stiffen the arch** »

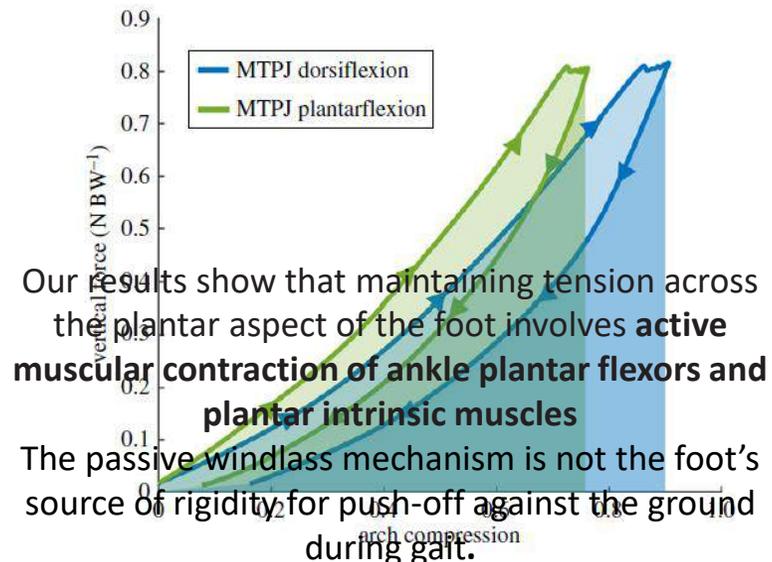
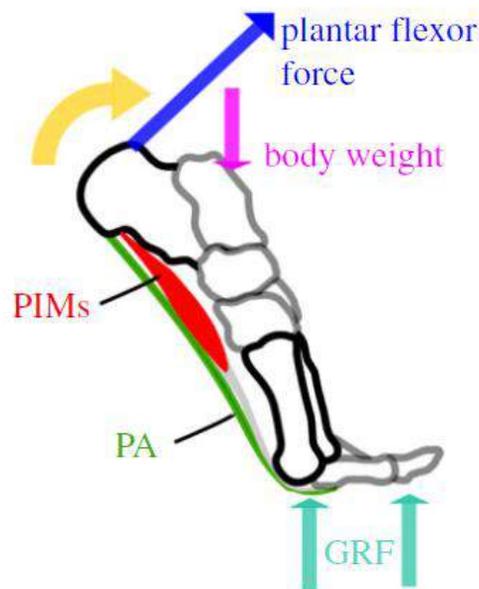
Welte et al. (2018)

Farris et al. (2019)

windlass

arch-spring

Foot stiffening during the push-off phase of human walking is linked to active muscle contraction, and not the windlass mechanism



We hypothesized that MTPJ dorsiflexion would pre-tension the plantar fascia and stiffen the arch. However, in contrast to our hypothesis, the **engagement of the windlass mechanism reduced the stiffness of the arch and increased energy absorption and dissipation.**

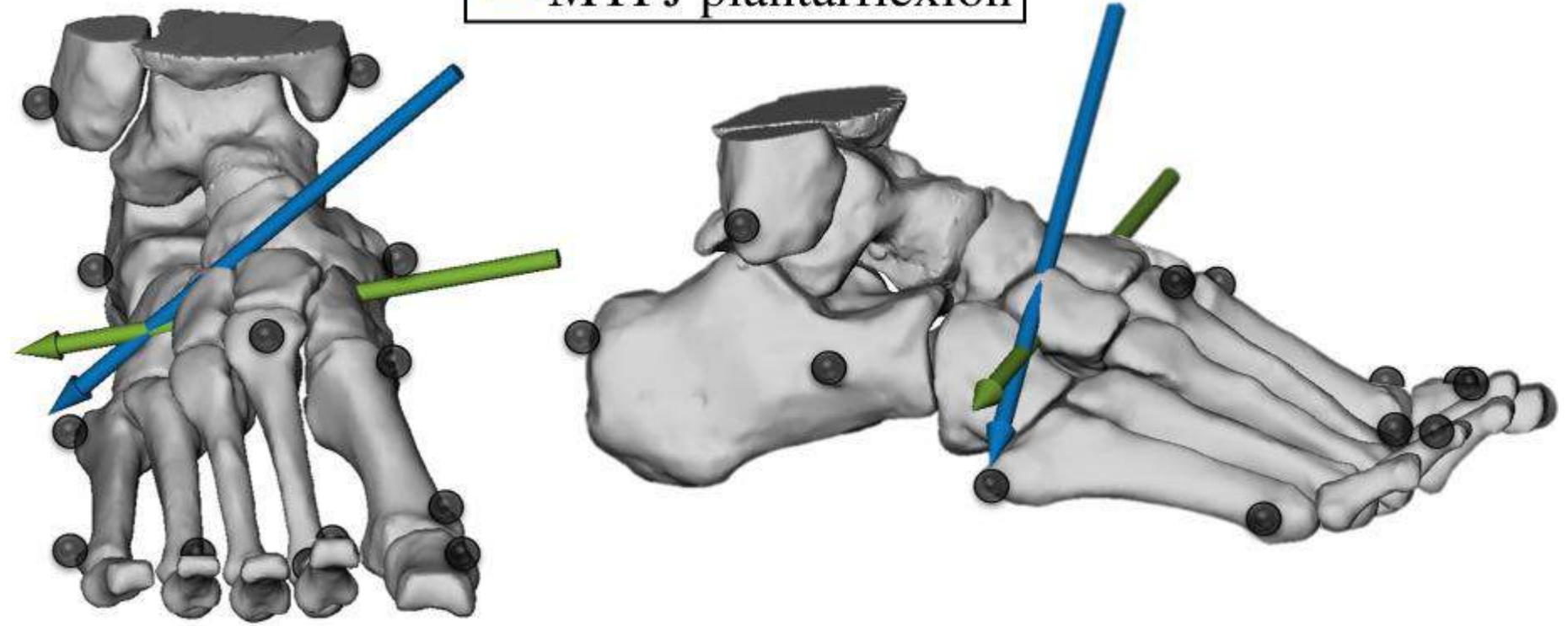
Dominic James Farris¹, Jonathon Birch^{1,2} and Luke Kelly²

windlass active

→ recoil ←

Figure 1. The windlass and arch-spring mechanisms. Both describe functional behaviour of the arch, one through the rigidity of the arch-spanning tissues, and the other through their elasticity. (Online version in colour.)

— MTPJ dorsiflexion
— MTPJ plantarflexion





EVALUATION DE LA FORCE MUSCULAIRE DU PIED (fonctionnelle)

2- HEEL RISE TEST MODIFIE

Chiu et al. (2021)

Midfoot and Ankle Mechanics in Block and Incline Heel Raise Exercises

Loren Z.F. Chiu, and Torstein E. Dæhlin

Neuromusculoskeletal Mechanics Research Program, Faculty of Health Sciences, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada

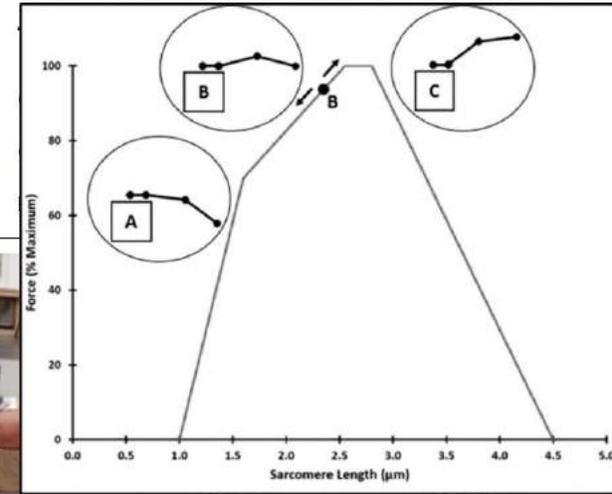
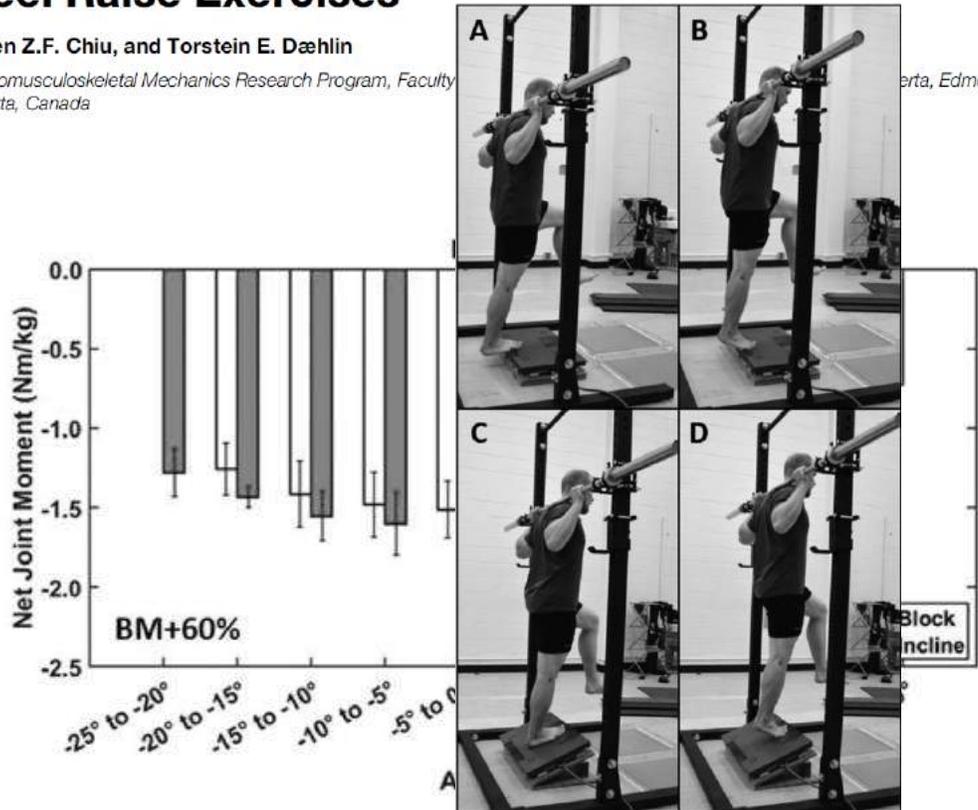
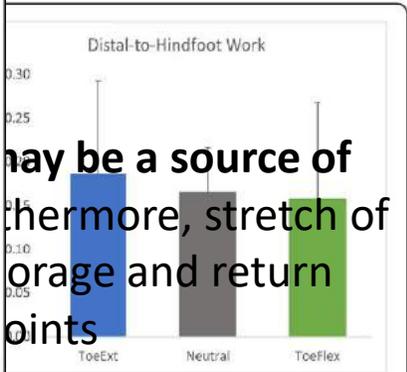
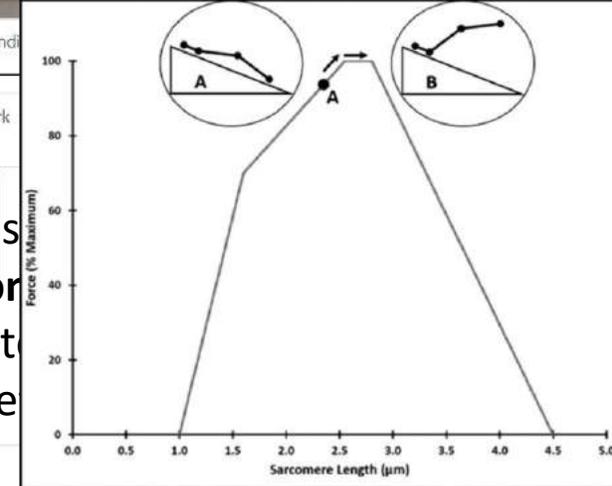
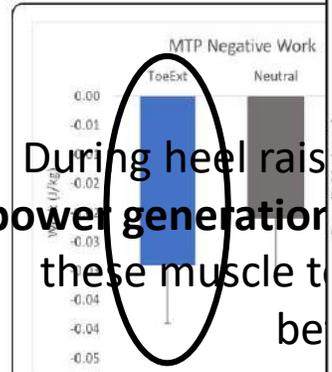


Fig. 1 Heel Raise Condition

mechanism
point
Williams et al. (2022)

and Dustin A. Bruening¹



EVALUATION DE LA FONCTION DYNAMIQUE PIED-CHEVILLE

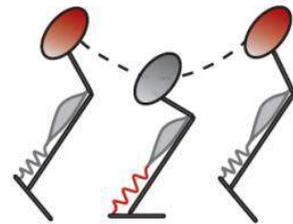
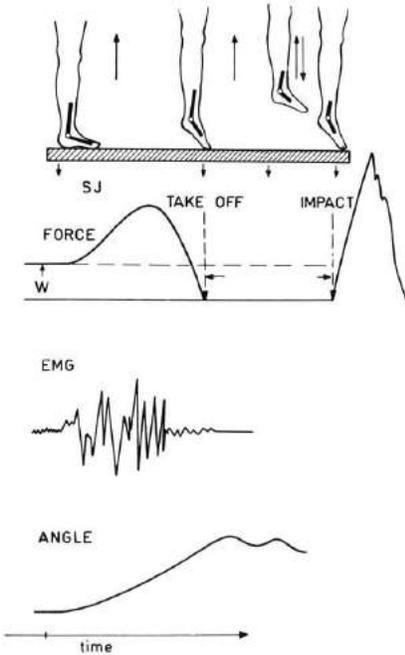
FOOT ANKLE REBOUND JUMP TEST

Effect of Elastic Energy and Myoelectrical Potentiation of Triceps Surae During Stretch-Shortening Cycle Exercise

C. Bosco, I. Tarkka, and P.V. Komi

Department of Biology of Physical Activity, University of Jyväskylä, SF-40100 Jyväskylä 10, Finland

Bosco et al., 2014

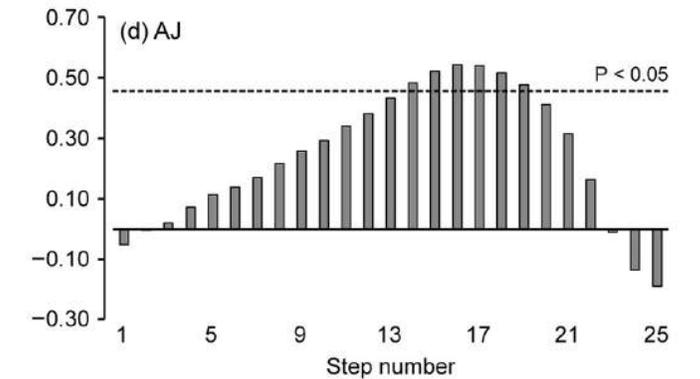
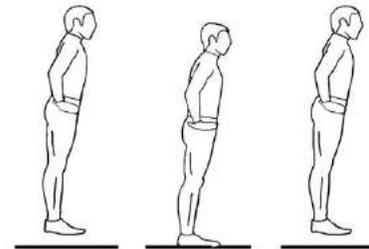


Traditional and ankle-specific vertical jumps as strength-power indicators for maximal sprint acceleration

R. NAGAHARA ¹, H. NAITO ¹, K. MIYASHIRO ¹, J.-B. MORIN ², K. ZUSHI ¹

Nagahara et al., 2014

(d) AJ

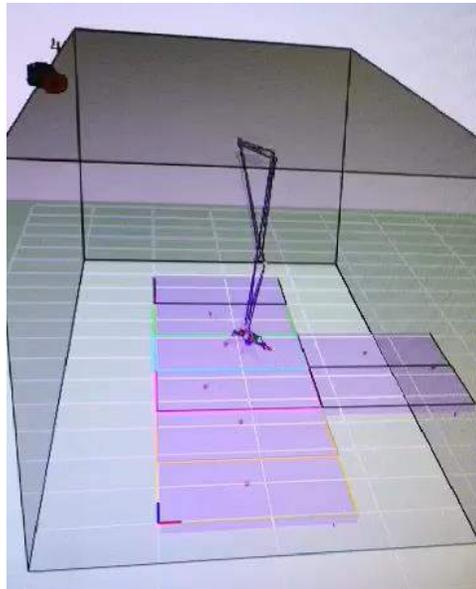


$r = -0.53$ (60m sprint time & AJ height)

EVALUATION DE LA FONCTION DYNAMIQUE PIED-CHEVILLE

FOOT ANKLE REBOUND JUMP TEST

Tourillon et al., 2022

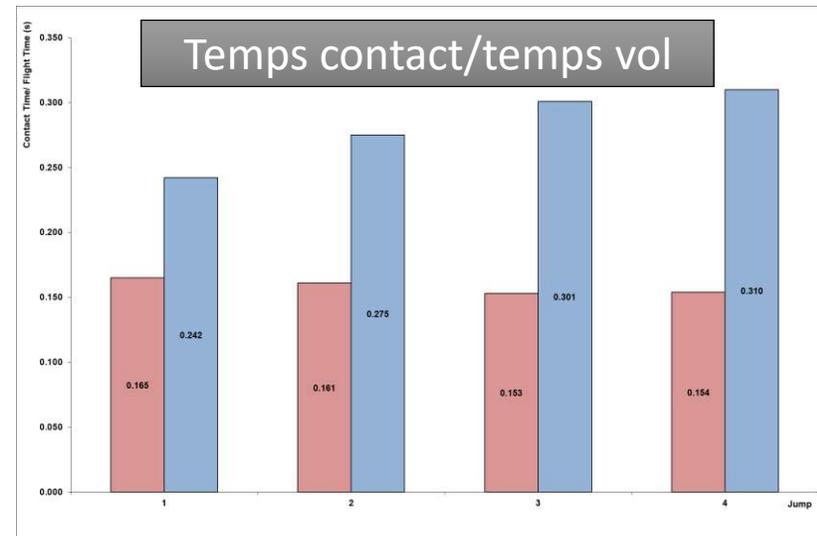


8 SAUTS MAXIMAUX

GENOUX TENDUS

MAINS SUR LES
HANCHES

SAUTE LE PLUS HAUT ET
LE PLUS VITE POSSIBLE



PUISSANCE

FORCE REACTIVE

RAIDEUR VERTICALE

FOOT ANKLE REBOUND JUMP TEST



Force du pied : 2.8 N/kg
Force du mollet : 1.8Nm/kg

Tps de contact : 194ms
Tps de vol : 211ms
RSI : 0.28m/s



Force du pied : 4.7 N/kg
Force du mollet : 1.5Nm/kg

Tps de contact : 182ms
Tps de vol : 199ms
RSI : 0.27m/s



Force du pied : 5.9 N/kg
Force du mollet : 1.7Nm/kg

Tps de contact : 156ms
Tps de vol : 295ms
RSI : 0.69m/s

Evaluation de la force musculaire : MIP

DYNAMOMETRE A MAIN : Méthode de Fraser



Fiabilité inter-opérateur : 0.66 – 0.82

Fiabilité intra-opérateur : 0.74 – 0.92

SEM hallux flexion : 18.5N / MDC hallux flexion : 51.4N

SEM lesser toe flexion : 18.0N / MDC lesser toe flexion : 49.8N

- 1 Patient allongé sur le dos : genoux fléchi, orteils en bout de table
- 2 Reculer les fesses pour avoir une FLEXION PLANTAIRE maximale
- 3 Positionner l'embout rond (hallux) / l'embout plat (orteils)
- 4 Avant-bras vertical dans l'axe de la poussée (FIXE)
- 5 Fixer le pied du patient sur la table (sangle/main)
- 6 3 essais de 5 sec. de contraction : max (N)

Fraser et al. 2017

Stratégie pour un bon gainage du pied

PIED ABSORBEUR

1/ Gainage du pied isolé en actif volontaire (“short foot exercise”... et autres)

2/ Gainage du pied isolé en actif involontaire (électrostimulation)

3/ Intégration de 1/ et 2/ puis progression vers les tâches dynamiques.

1/ Gainage du pied isolé en actif volontaire



Short foot vs. « griffe des orteils »

Autres exercices



Figure 1. Intrinsic foot muscle exercises: A, short-foot exercise; B, toes-spread-out exercise, C, first-toe extension; and D, second to fifth toe extension.

« Doming »



Stratégie pour un bon gainage du pied

1/ Gainage du pied isolé en actif volontaire (“short foot exercise”... et autres)

2/ Gainage du pied isolé en actif involontaire (électrostimulation)

3/ Intégration de 1/ et 2/ puis progression vers les tâches dynamiques.

[Mc Keon & Fourchet Clin Sport Med 2015](#)

2/ Gainage du pied isolé en actif involontaire (électrostimulation)

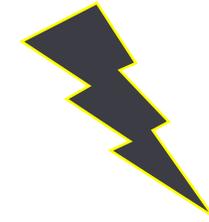


[Mc Keon & Fourchet Clin Sport Med 2015](#)

[James et al. IJSM 2012](#)

[Fourchet et al. Sc & Sport 2009, Fourchet JSSM 2011](#)

2/ Gainage du pied isolé en actif involontaire (électrostimulation)



Mc Keon & Fourchet Clin Sport Med 2015
James et al. IJSM 2012
Fourchet et al. Sc & Sport 2009, JSSM 2011

2/ Gainage du pied isolé en actif involontaire (électrostimulation)



[Mc Keon & Fourchet Clin Sport Med 2015](#)
[James et al. IJSM 2012](#)
[Fourchet et al. Sc & Sport 2009](#), [Fourchet JSSM 2011](#)
[Tourillon et al. JAT 2022](#)

Stratégie pour un bon gainage du pied

1/ Gainage du pied isolé en actif volontaire (“short foot exercise”... et autres)

2/ Gainage du pied isolé en actif involontaire (électrostimulation)

3/ Intégration de 1/ et 2/ puis progression vers les tâches dynamiques.

[Mc Keon & Fourchet Clin Sport Med 2015](#)

3/ Integration et progression vers le dynamique

Protocoles excentriques+++



Short foot exercise pendant la montée sur pointes de pied

=> La force doit être transmise plus souvent médialement!

3/ Intégration et progression vers le dynamique



Sautillements
Sauts
Course sur place
...

Après les fondations le transfert vers la capacité d'absorption/stabilisation

CONCLUSION

EN INVERSION
(1^{er} rayon)



CONCLUSION

Après les fondations le transfert vers la capacité d'absorption/stabilisation

EN INVERSION
(1^{er} rayon)



EN EVERSION
(2,3,4 et 5^{ème} rayon)



CONCLUSION

Après les fondations le transfert vers la capacité de propulsion / rigidification

IMPORTANCE DU 1^{ER} RAYON



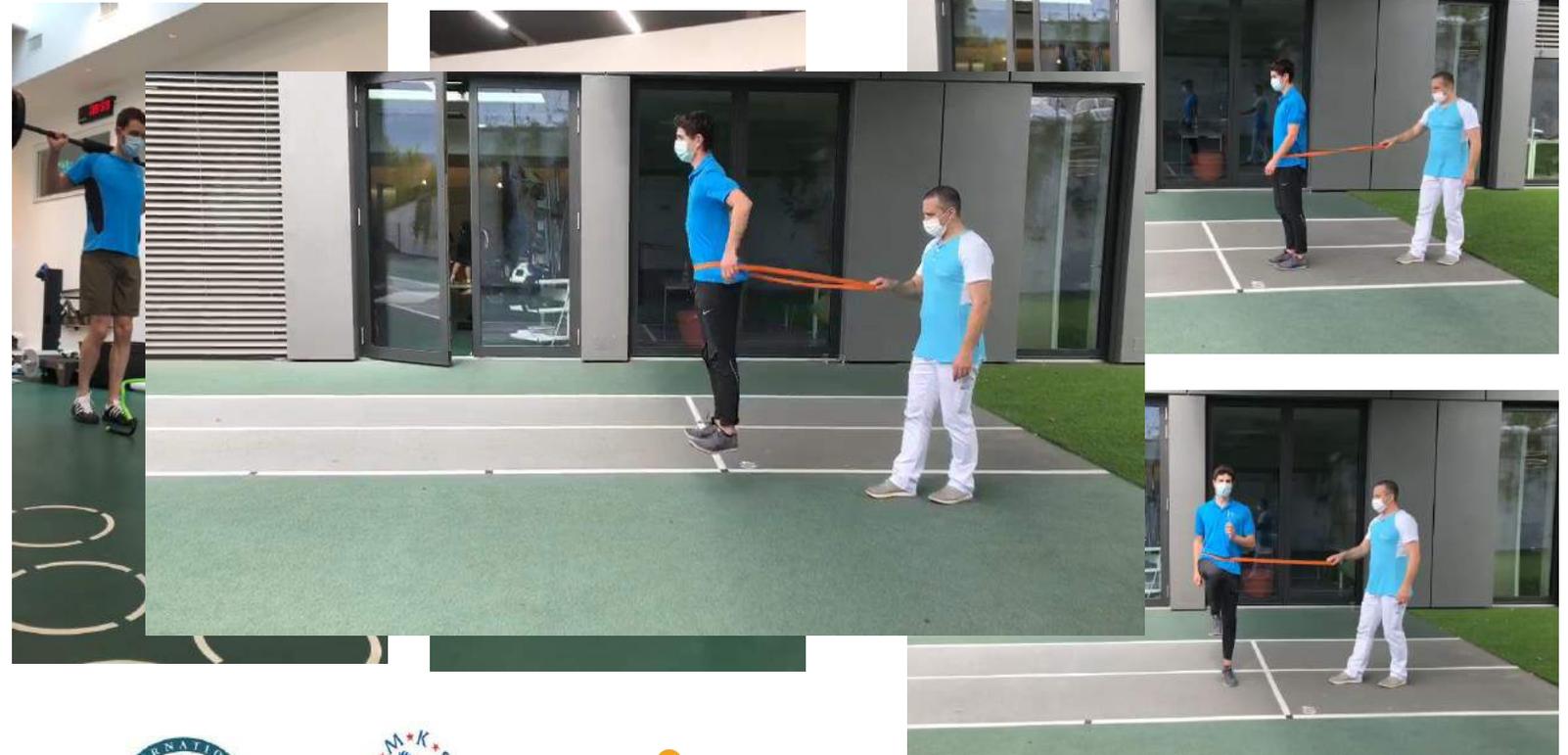
CONCLUSION

Après les fondations le transfert vers l'amélioration du couple absorption/propulsion (pliométrie)

PAP
(ISOMETRIE)

TEMPS DE CONTACT
LONG => COURT

DIRECTION VERTICALE /
HORIZONTALE / MED-LAT



Besoin d'appuis.....



Besoin de point fixes....

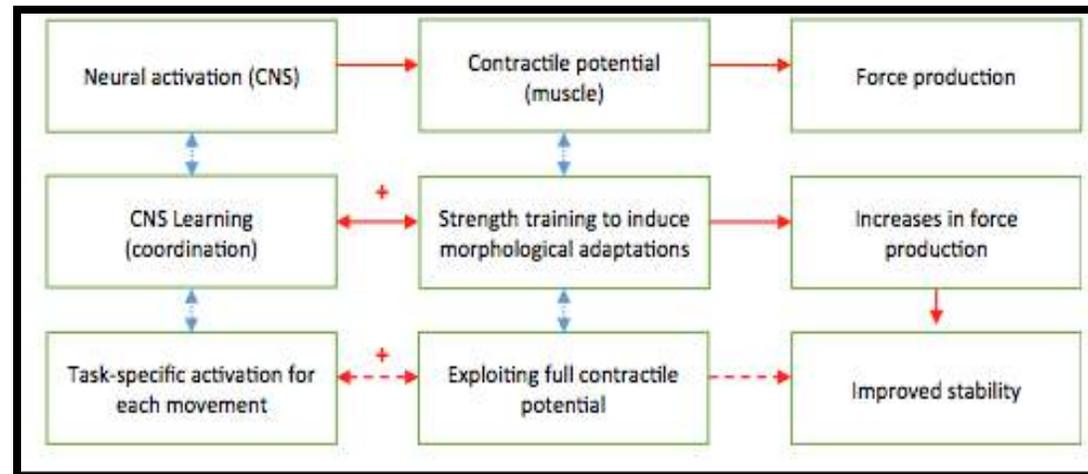


Au niveau du tronc : stabilisation proximale

Sports Med. 2017 Mar;47(3):401-414. doi: 10.1007/s40279-016-0597-7.

Core Stability in Athletes: A Critical Analysis of Current Guidelines.

Wirth K¹, Hartmann H², Mickel C³, Szilvas E³, Keiner M⁴, Sander A⁵.



Optimizing Performance by Improving Core Stability and Core Strength

Angela E. Hibbs,^{1,3} Kevin G. Thompson,^{1,4} Duncan French,¹ Allan Wrigley² and Iain Spears³

¹ English Institute of Sport, Gateshead, UK

² Canadian Sport Centre Pacific, Vancouver, British Columbia, Canada

³ University of Teesside, Middlesbrough, UK

⁴ School of Psychology and Sports Science

Newcastle, UK

Performance, Core Stability and Core Strength

1005

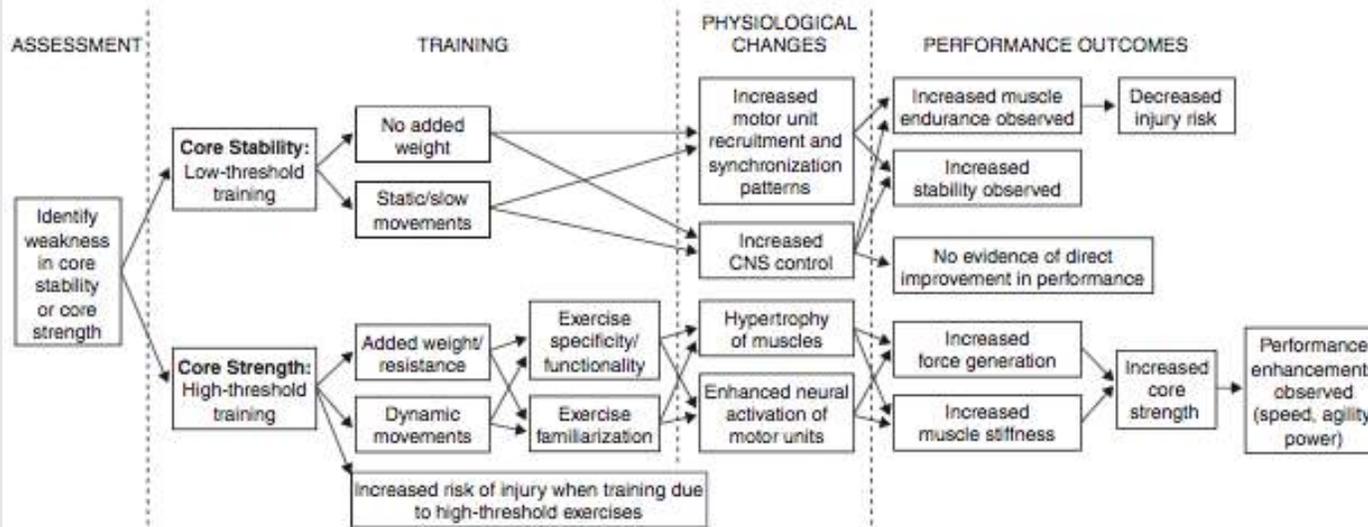


Fig. 1. Core training and potential performance benefits: principles of low- and high-load training with subsequent effects on core stability and core strength and the possible impact on performance as a result of scientific research carried out.

Mc Gill: Keep the duration of isometric exercises under 10 seconds and build endurance with repetitions

Protocole

3x3 tours en **15''/ 5''**

Travail analytique statique: temps de tenu: 15''
temps de repos : 5''

3 positions:

Face , coté droit , coté gauche = **1 tour**

1 bloc : 3 tours sans temps de repos

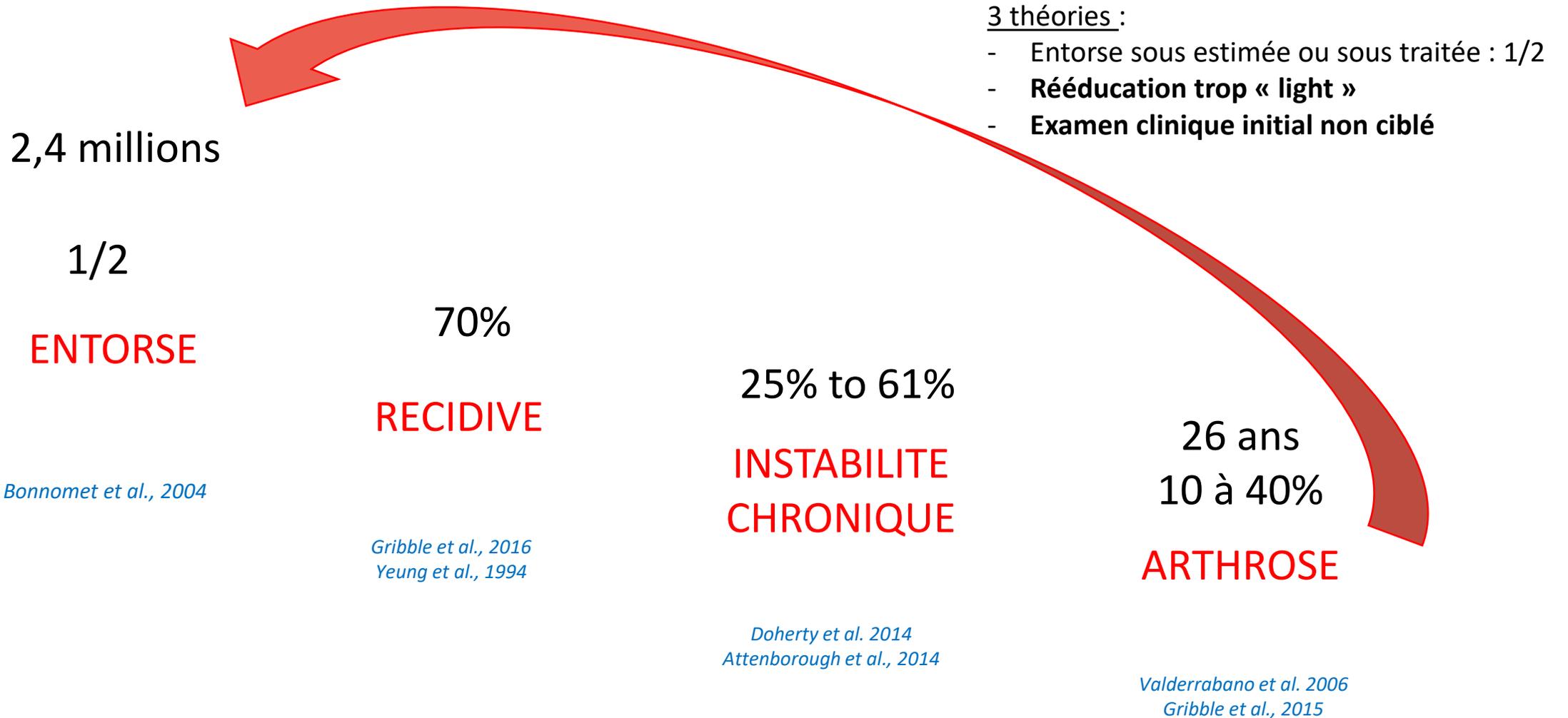
Séance: **3 blocs** avec 1'30'' de récupération entre chaque bloc.



Un pied fort pour une cheville stable...

...Une cheville stable pour avoir du pied!

Pourquoi l'Instabilité Chronique de Cheville?





Which Functional Tests and Self-Reported Questionnaires Can Help Clinicians Make Valid Return to Sport Decisions in Patients With Chronic Ankle Instability? A Narrative Review and Expert Opinion

Brice Picot^{1,2,3}, Alexandre Hardy⁴, Romain Terrier^{2,3,5}, Bruno Tassignon⁶, Ronny Lopes⁷ and François Fourchet^{2,8}*

“Results showed that:

1/- the single leg stance test on firm surface,

- the modified version of the star excursion balance test,
- the side hop test
- and the figure-of-8 test

appeared to be the most relevant functional performance tests to target ankle impairments in patients with CAI.

2/ A combination of the Foot and Ankle Ability Measure (FAAM) and the Ankle Ligament Reconstruction-Return to Sport after Injury (ALR-RSI) questionnaires were the most relevant self-reported questionnaires to assess patient function in CAI patients.”

Tests nécessaires Pour évaluer la stabilité d'une cheville



The ankle ligament reconstruction-return to sport after injury (ALR-RSI) is a valid and reproducible scale to quantify psychological readiness before returning to sport after ankle ligament reconstruction

François Sigonney¹ · Ronny Lopes² · Pierre-Alban Bouché¹ · Elliott Kierszbaum¹ · Aymane Moslemi¹ · Philippe Anract¹ · Alexandra Stein¹ · Alexandre Hardy³

3. Single leg stance

Le patient se tient en **appui monopodal**, genou fléchi entre 0 et 10°, les **mains sur les hanches**. Le genou et la hanche en décharge sont légèrement fléchis (45°). Le patient ferme ensuite les yeux **pendant 20s** et doit maintenir son équilibre.

Le praticien compte et **additionne le nombre d'erreurs** faites par le patient (cf tableau) lors du test.

Après deux essais de familiarisation, le test est effectué une fois sur chaque jambe.

Type d'erreurs
Les mains se décollent des hanches
Le patient ouvre les yeux
Le patient déplace son pied, trébuche ou tombe
La hanche bouge à plus de 30° d'abduction ou flexion
L'avant ou l'arrière du pied en charge se lève
Le patient quitte la position de départ pendant plus de 5 secondes



3. Single leg stance

Calcul du score Ankle RTS (/3)

> 3 erreurs = 0

1-3 erreurs = 1

0 erreur = 2

Si le patient ne décrit pas de sensation d'instabilité sur sa cheville lors de la réalisation du test: + 1

Pour améliorer la précision, nous recommandons de filmer le test.



Cliquez pour lancer la vidéo

4. Star Excursion Balance Test modifié (mSEBT)

Le sujet se tient en appui unipodal, **mains sur les hanches** au centre d'un « Y » formé de trois branches.

Le pied testé est celui en charge.

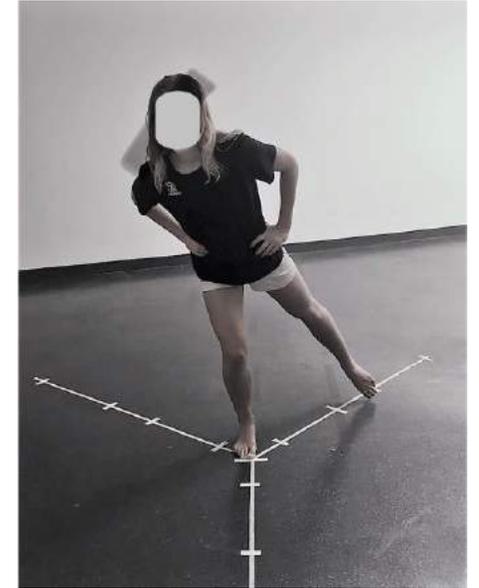
Il est demandé au patient d'aller toucher avec l'autre pied le plus loin possible dans les trois directions et de revenir en position de départ.

L'essai est refusé si:

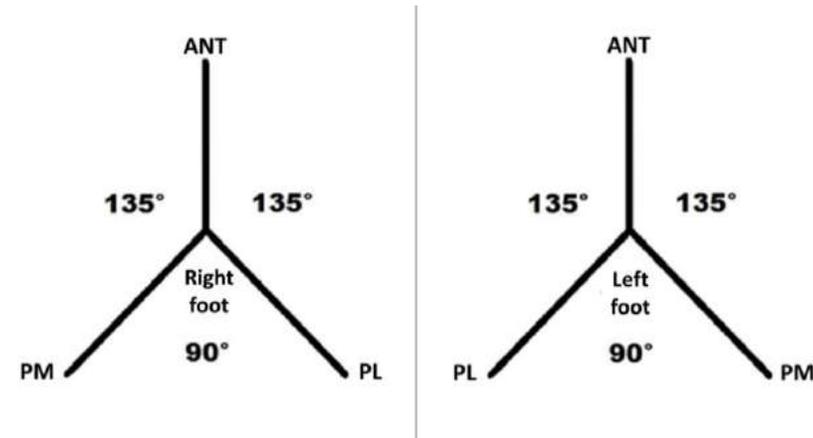
- le sujet décolle les mains des hanches.
- Décolle le talon du pied en charge.
- Perd l'équilibre ou chute.
- Transfert son poids du corps et appui sur le sol avec le pied en décharge.

3 essais sont réalisés dans chaque direction et sur chaque jambe.

Afin d'obtenir des résultats comparables, les distances obtenues sont **normalisées à la longueur du membre inférieur** des sujets (de l'Épine Iliaque Antéro supérieure à la malléole médiale).

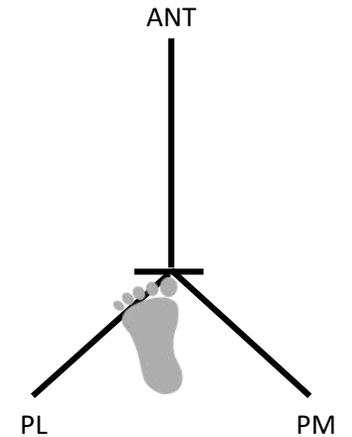


Mesure du pied droit dans la direction postéro Médiale



4. SEBT

Critères	Recommandations
Nombre de directions :	3 (ANT PM et PL) décrivant un « Y »
Présentation du test :	Explication par l'évaluateur avec une démonstration préalable (vidéo).
Nombre d'essais d'entrainements :	4 dans chaque direction et pour chaque membre inférieur
Nombre d'essais comptabilisés :	3 par direction. Les performances doivent se stabiliser. Alternier la jambe testée entre chaque direction afin d'éviter l'apparition de fatigue.
Position des mains :	Sur les hanches afin de cibler le membre inférieur
Placement du pied :	Pied nus (ou en chaussette), la pointe du plus gros orteil sur le 0 (à l'intersection des trois branches) pendant tout le déroulement du test
Critères d'échec du test :	1°) Le sujet chute, ou touche le sol avec son pied libre 2°) Le sujet transfère son poids du corps sur le pied libre au moment du contact au sol. 3°) Le pied d'appui bouge, se déplace, son talon ou tout autre partie du pied se décolle 4°) Les mains se décollent des hanches.
Paramètres mesurés :	- La moyenne des trois essais pour chaque direction de chaque pied - Calcul du score composite (moyenne des 3 directions)
Normalisation à la longueur du membre inférieur :	Les valeurs sont exprimées en pourcentage de la longueur du membre inférieur testé (EIAS-malléole médiale).



$$ANT \text{ normalized score } (\%) = \frac{\text{mean of the three trials in ANT direction (cm)}}{\text{tested limb length (cm)}} \times 100$$

4. SEBT

Calcul du score Ankle RTS (/7):

Si le score composite est :

< 90% = 0

90-95 = 2

> 95% = 4

Si le patient obtient un score:

≥ 60% dans la direction antérieure: +1

≥ 90% dans la direction postéro médiale: + 1

Si le patient ne décrit pas de sensation
d'instabilité sur sa cheville lors de la
réalisation du test: + 1



5. Le Side Hop Test

Le sujet se tient debout sur une jambe.

Il réalise **10 aller-retours** par-dessus deux lignes espacées de 30cm le **plus rapidement possible**.

Le premier saut s'effectue toujours latéralement.

Dans le cas où le sujet « mord » la ligne, l'aller retour n'est pas comptabilisé et l'essai se poursuit jusqu'à obtenir les 10 aller-retours complets.

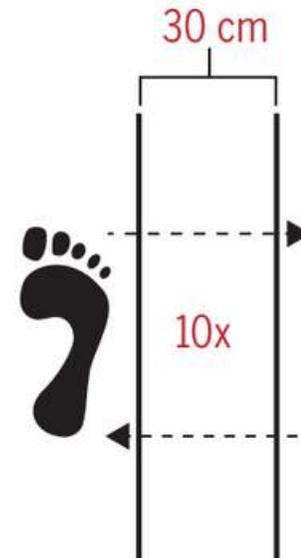
Le praticien mesure le temps à l'aide d'un chronomètre.

Il n'est pas nécessaire de maintenir les mains sur les hanches pendant le test.

Familiarisation:

Le patient réalise deux essais d'entraînement (50% et 75% du max).

Deux essais enregistrés sur chaque jambe. On retient le meilleur score



5. Le Side Hop Test

Calcul du score Ankle RTS (/5):

Si le patient réalise les 10 AR en plus de 13s = 0

Entre 10 -13s = 2

< 10 s = 4

Si le patient ne décrit pas de sensation d'instabilité sur sa cheville lors de la réalisation du test: + 1



Cliquez pour lancer la vidéo

6. Le Figure of 8

Le sujet se tient debout **sur une jambe.**

Il réalise des sauts à cloche pied en dessinant un « 8 » entre deux plots espacés de 5m **le plus rapidement possible.**

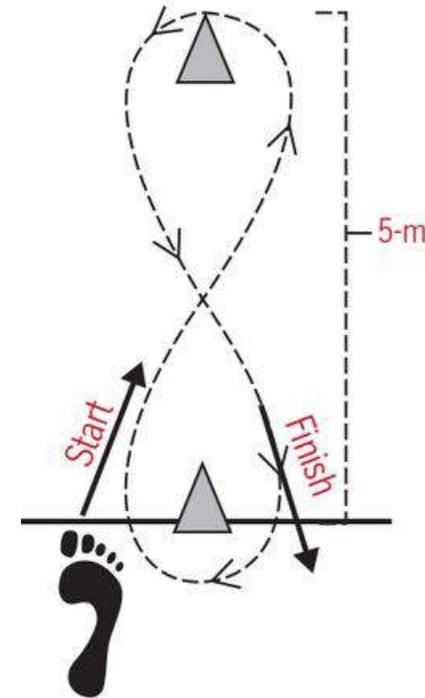
Le patient réalise **deux tours** et le praticien mesure à l'aide d'un chronomètre le temps mis pour réaliser l'ensemble du parcours.

Familiarisation:

Le patient réalise deux essais d'entraînement (50 et 75%) du MAX).

Deux essais enregistrés sur chaque jambe.

On prend le meilleur score.



6. Le Figure of 8

Calcul du score Ankle RTS (/3):

> 18s = 0

13 - 18s = 1

< 13 s = 2

Si le patient ne décrit pas de sensation d'instabilité sur sa cheville lors de la réalisation du test: + 1



Cliquez pour lancer la vidéo

Calcul du score Total Ankle RTS

- FAAM (/4):
- ALR-RSI (/3):
- Single leg stance (/3)
- Star Excursion Balance Test (/7):
- Side Hop Test (/5):
- Figure of 8 Test (/3)

→ **Score total Ankle RTS: /25**

On obtient ainsi un score total permettant d'évaluer l'état fonctionnel et psychologique du patient sur ses deux chevilles

Temps total estimé (environ 30min)



La Hanche du coureur

Biomécanique et performance

Epidémiologie dans le monde du sport



Systematic Review

The Demographic Characteristics of High-Level and Recreational Athletes Undergoing Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement: A Sports-Specific Analysis

Danyal H. Nawabi, M.D., F.R.S.C.(Orth), Asheesh Bedi, M.D., Lisa M. Tibor, M.D., Erin Magennis, J.D., and Bryan T. Kelly, M.D.



2014

Table 1. Sports Categories for High-Level Athletes

Cutting	Flexibility	Contact	Impingement	Asymmetric/Overhead	Endurance
Soccer	Dance	Football	Ice hockey	Baseball	Track, cross-country, other running
Basketball	Gymnastics	Rugby	Crew/rowing	Softball	Cycling
Lacrosse	Yoga	Wrestling	Baseball Catcher	Tennis	Swimming (not breaststroke)
Field hockey	Cheer		Water polo	Golf	
	Figure skating		Equestrian polo	Volleyball	
	Martial arts		Breaststroke swimmer	Field events (javelin, discus, shot put, hammer throw)	

Epidémiologie dans le monde du sport



Systematic Review

The Demographic Characteristics of High-Level and Recreational Athletes Undergoing Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement: A Sports-Specific Analysis

Danyal H. Nawabi, M.D., F.R.S.C.(Orth), Asheesh Bedi, M.D., Lisa M. Tibor, M.D., Erin Magennis, J.D., and Bryan T. Kelly, M.D.

2014



Les sports asymétriques/de tête ont été caractérisés comme des sports qui présentent des différences nettes d'un côté à l'autre en ce qui concerne les exigences mécaniques et fonctionnelles du mouvement de la hanche, basées sur l'asymétrie du mouvement sportif primaire.

Epidémiologie dans le monde du sport

Systematic Review

The Demographic Characteristics of High-Level and Recreational Athletes Undergoing Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement: A Sports-Specific Analysis

Danyal H. Nawabi, M.D., F.R.S.C.(Orth), Asheesh Bedi, M.D., Lisa M. Tibor, M.D., Erin Magennis, J.D., and Bryan T. Kelly, M.D.

2014

Athlètes de haut niveau vs athlètes de loisir + traitement arthroscopique pour FAI

- plus jeunes
- des hommes
- chirurgie bilatérale

Fonction des exigences mécaniques imposées à la hanche par leur sport:

sports de changement d'appuis: sont plus susceptibles d'être plus jeunes que ceux des autres groupes.



Epidémiologie dans le monde du sport

Systematic Review

A Sport-specific Analysis of the Epidemiology of Hip Injuries in National Collegiate Athletic Association Athletes From 2009 to 2014



Christian A. Cruz, M.D., Yehuda Kerbel, M.D., Christopher M. Smith, M.D., John Prodromo, M.D., Jeffrey D. Trojan, M.S., and Mary K. Mulcahey, M.D.

2019

Table 1. Classification of Sports for High-Level Athletes Based on Predominant Biomechanical Force on the Hip and Groin Described by Nawabi et al.¹⁰

Cutting	Flexibility	Contact	Impingement	Asymmetric/Overhead	Endurance
Soccer	Gymnastics	Football	Ice hockey	Baseball	Track
Basketball		Wrestling		Softball	Cross-country
Lacrosse				Tennis	Swimming
Field hockey				Volleyball	

Table 2. Total Hip/Groin Injury Rates (per 100,000 Athletic Exposures) by Sport 2009/10 to 2013/14

Sport	Injury Rate per 100,000 Athletic Exposures										
	Hip/Groin Injuries, n			Overall		Competition		Practice		Rate Ratio	
	Overall	Competition	Practice	Rate ^a	95% CI	Rate	95% CI	Rate	95% CI	Ratio	95% CI
Men's soccer	177	69	108	110.84	[94.51, 127.17]	202.69	[154.86, 250.52]	85.96	[69.74, 102.17]	2.36	[1.74, 3.19]
Men's ice hockey	297	155	142	104.90	[92.97, 116.83]	226.78	[191.08, 262.49]	66.11	[55.24, 76.99]	3.43	[2.73, 4.31]
Women's ice hockey	87	21	66	76.88	[60.73, 93.04]	70.43	[40.31, 100.56]	79.19	[60.08, 98.29]	0.889	[0.54, 1.45]
Women's cross-country	29	5	24	65.16	[41.44, 88.88]	128.77	[15.90, 241.64]	59.08	[35.44, 82.72]	2.18	[0.83, 5.71]
Women's soccer	140	45	95	64.89	[54.14, 75.64]	86.30	[61.09, 111.52]	58.07	[46.39, 69.74]	1.49	[1.04, 2.12]
Men's football	564	188	376	62.72	[57.54, 67.90]	215.80	[184.95, 246.65]	46.30	[41.62, 50.98]	4.66	[3.91, 5.55]
Men's basketball	132	39	93	61.17	[50.73, 71.60]	83.98	[57.62, 110.34]	54.91	[43.75, 66.07]	1.53	[1.05, 2.22]
Men's tennis	14	4	10	54.56	[25.98, 83.14]	72.78	[1.46, 144.10]	49.59	[18.85, 80.33]	1.47	[0.46, 4.68]
Women's tennis	14	4	10	44.24	[21.07, 67.41]	51.12	[1.02, 101.23]	41.98	[15.96, 68.00]	1.22	[0.38, 3.88]
Women's outdoor track	31	7	24	43.59	[28.25, 58.94]	57.08	[14.79, 99.36]	40.78	[24.47, 57.10]	1.40	[0.60, 3.25]
Men's lacrosse	65	17	48	40.50	[30.66, 50.35]	63.33	[33.23, 93.44]	35.92	[25.76, 46.08]	1.76	[1.01, 3.07]
Women's field hockey	15	2	13	40.24	[19.88, 60.61]	22.19	[-8.56, 52.93]	46.00	[20.99, 71.01]	0.482	[0.11, 2.14]
Men's outdoor track	33	16	17	38.09	[25.10, 51.09]	129.45	[66.02, 192.88]	22.89	[12.01, 33.77]	5.66	[2.86, 11.19]
Women's gymnastics	17	2	15	37.51	[19.68, 55.34]	48.26	[-18.63, 115.15]	36.43	[17.99, 54.86]	1.32	[0.30, 5.79]
Women's indoor track	38	5	33	37.44	[25.54, 49.35]	54.02	[6.67, 101.38]	35.78	[23.57, 47.98]	1.51	[0.59, 3.87]
Women's volleyball	56	9	47	35.74	[26.38, 45.10]	19.92	[6.90, 32.93]	42.15	[30.10, 54.20]	0.473	[0.23, 0.96]
Women's lacrosse	37	7	30	35.06	[23.76, 46.35]	33.90	[8.79, 59.01]	35.34	[22.69, 47.98]	0.959	[0.42, 2.18]
Women's basketball	65	9	56	33.36	[25.25, 41.47]	19.64	[6.81, 32.48]	37.57	[27.73, 47.41]	0.523	[0.26, 1.06]
Men's wrestling	26	12	14	33.02	[20.33, 45.72]	144.67	[62.81, 226.52]	19.88	[9.46, 30.29]	7.28	[3.37, 15.74]
Women's softball	53	15	38	32.83	[23.99, 41.67]	23.36	[11.54, 35.18]	39.09	[26.66, 51.52]	0.598	[0.33, 1.09]
Men's indoor track	34	1	33	31.47	[20.89, 42.04]	9.81	[-9.42, 29.04]	33.72	[22.22, 45.23]	0.291	[0.04, 2.13]
Men's baseball	36	21	15	20.23	[13.62, 26.83]	31.58	[18.07, 45.09]	13.45	[6.65, 20.26]	2.35	[1.21, 4.55]
Men's cross-country	7	1	6	15.13	[3.92, 26.34]	24.82	[-23.83, 73.47]	14.21	[2.84, 25.58]	1.75	[0.21, 14.51]
Women's swimming	10	2	8	8.21	[3.12, 13.30]	17.85	[-6.89, 42.59]	7.24	[2.22, 12.25]	2.47	[0.52, 11.62]
Men's swimming	7	2	5	7.23	[1.87, 12.59]	24.17	[-9.33, 57.67]	5.65	[0.70, 10.60]	4.28	[0.83, 22.06]
All Men's teams	1,392	525	867	59.53	[56.40, 62.65]	138.91	[127.03, 150.80]	44.22	[41.28, 47.17]	3.14	[2.82, 3.50]
All women's teams	592	133	459	42.27	[38.86, 45.67]	42.17	[35.00, 49.33]	42.30	[38.43, 46.17]	0.997	[0.82, 1.21]
Total	1984	658	1326	53.06	[50.73, 55.40]	94.90	[87.65, 102.15]	43.54	[41.19, 45.88]	2.18	[1.99, 2.39]

CI, confidence interval.

^aSorted in descending order according to overall injury rate.

Epidémiologie dans le monde du sport

Les sports présentant les taux les plus élevés de blessures à la hanche pour 100 000 Expositions:

- 1. men's soccer (110.8)**
- 2. men's ice hockey (104.9)**
- 3. women's ice hockey (76.9)**

Epidémiologie dans le monde du sport

Analyse des sous-groupes en fonction des contraintes biomécaniques spécifiques au sport:

1. impingement sports (96.9)
2. contact sports (60.3)
3. cutting sports (57.9)

Table 3. Total Hip/Groin Injury Rates (per 100,000 Athletic Exposures) Subclassified by Injury Category for 25 National Collegiate Athletic Association Sports from 2009/10 to -2013/14

Injury Category	Overall						Competition						Practice					
	Men		Women		Combined		Men		Women		Combined		Men		Women		Combined	
	Rate	95% CI	Rate	95% CI	Rate	95% CI	Rate	95% CI	Rate	95% CI	Rate	95% CI	Rate	95% CI	Rate	95% CI	Rate	95% CI
Cutting	69.78	[62.71, 76.85]	46.44	[40.76, 52.12]	57.92	[53.40, 62.44]	116.47	[96.05, 136.89]	49.36	[37.17, 61.55]	80.02	[68.58, 91.46]	58.09	[50.88, 65.31]	45.56	[39.15, 51.97]	51.85	[47.02, 56.67]
Flexibility	—	—	37.51	[19.68, 55.34]	37.51	[19.68, 55.34]	—	—	48.26	[-18.63, 115.15]	48.26	[-18.63, 115.15]	—	—	36.43	[17.99, 54.86]	36.43	[17.99, 54.86]
Contact	60.33	[55.46, 65.20]	—	—	60.33	[55.46, 65.20]	209.62	[180.56, 238.67]	—	—	209.62	[180.56, 238.67]	44.19	[39.80, 48.58]	—	—	44.19	[39.80, 48.58]
Impingement	104.90	[92.97, 116.83]	76.88	[60.73, 93.04]	96.90	[87.21, 106.59]	226.78	[191.08, 262.49]	70.43	[40.31, 100.56]	179.30	[152.81, 205.78]	66.11	[55.24, 76.99]	79.19	[60.08, 98.29]	69.77	[60.29, 79.25]
Asymmetric/overhead	24.55	[17.75, 31.36]	35.17	[28.95, 41.38]	31.26	[26.60, 35.92]	34.73	[21.11, 48.34]	23.88	[15.04, 32.73]	28.01	[20.47, 35.55]	18.99	[11.54, 26.43]	40.85	[32.64, 49.07]	32.95	[27.05, 38.84]
Endurance	23.98	[18.76, 29.20]	31.87	[25.86, 37.88]	27.93	[23.95, 31.92]	57.38	[32.23, 82.53]	51.91	[28.57, 75.25]	54.58	[37.45, 71.70]	20.14	[15.09, 25.19]	29.44	[23.33, 35.56]	24.79	[20.82, 28.75]

CI, confidence interval.

Table 1. Classification of Sports for High-Level Athletes Based on Predominant Biomechanical Force on the Hip and Groin Described by Nawabi et al.¹⁰

Cutting	Flexibility	Contact	Impingement	Asymmetric/Overhead	Endurance
Soccer Basketball Lacrosse Field hockey	Gymnastics	Football Wrestling	Ice hockey	Baseball Softball Tennis Volleyball	Track Cross-country Swimming

Epidémiologie dans le monde du sport

Sport à Impingement:

- Analyse du TL (Time Lost): une plus grande proportion d'athlètes souffrant d'**impingement** ont passé
plus de 14 jours sur la touche
entraînement + compétition
- le taux le plus élevé de blessures pour 100 000 Exp.
- la plus grande proportion **d'interventions chirurgicales**

Epidémiologie dans le monde du sport



Epidémiologie dans le monde du sport



Return to sport after hip surgery for femoroacetabular impingement: a systematic review

Nicola C Casartelli,¹ Michael Leunig,² Nicola A Maffiuletti,¹ Mario Bizzini¹

2015

L'arthrose est le plus souvent diagnostiquée chez les athlètes pratiquant des sports qui nécessitent:

- des changements de direction répétés entraînent des charges de rotation élevées sur l'articulation de la hanche



Return to sport after hip surgery for femoroacetabular impingement: a systematic review

Nicola C Casartelli,¹ Michael Leunig,² Nicola A Maffiuletti,¹ Mario Bizzini¹

2015

- des mouvements élevés de flexion, d'adduction et de rotation interne de la hanche (par exemple, le hockey sur glace)



Return to sport after hip surgery for femoroacetabular impingement: a systematic review

Nicola C Casartelli,¹ Michael Leunig,² Nicola A Maffiuletti,¹ Mario Bizzini¹

2015

➤ amplitudes de mouvement supraphysiologiques de la hanche



higher prevalence
of FAI per individual in athletes as
compared with
Nonathletes:

1.83 times more likely to be diagnosed

Does the Type of Sport Influence Morphology of the Hip?



A Systematic Review

Chantelle Doran,* MB, BChir, BA (Cantab), Matthew Pettit,* BA, Yash Singh,* MB, BChir, BA (Cantab), Karadi Hari Sunil Kumar,[†] MBBS, MCh Ortho, FRCS (Tr&Orth), and Vikas Khanduja,^{†‡} MA (Cantab), MSc, PhD, FRCS (Orth) 
Investigation performed at Addenbrooke's – Cambridge University Hospital NHS Foundation Trust, Cambridge, United Kingdom

2021

58 studies were finally included in the qualitative and quantitative analyses, with 5683 participants

TABLE 1
Sports Categories

Cutting	Flexibility	Contact	Impingement	Asymmetric	Endurance
Soccer	Dance	American football	Ice hockey	Baseball	Track and field
Basketball	Mixed martial arts	Rugby	Rowing	Golf	Swimming (other than breaststroke)
			Baseball catcher	Volleyball	
			Breaststroke swimming		



Ice hockey butterfly goalkeepers

Does the Type of Sport Influence Morphology of the Hip?



A Systematic Review

Chantelle Doran,^{*} MB, BChir, BA (Cantab), Matthew Pettit,^{*} BA, Yash Singh,^{*} MB, BChir, BA (Cantab), Karadi Hari Sunil Kumar,[†] MBBS, MCh Ortho, FRCS (Tr&Orth), and Vikas Khanduja,^{†‡} MA (Cantab), MSc, PhD, FRCS (Orth) 
Investigation performed at Addenbrooke's – Cambridge University Hospital NHS Foundation Trust, Cambridge, United Kingdom

2021

- Les sports de contact et les sports qui impliquent un impingement ont une prévalence plus élevée de la **morphologie de la came** par rapport aux sports d'endurance, de souplesse et de changement de direction.
- Les joueurs de hockey sur glace élités sont **3 fois plus** susceptibles de développer une morphologie de came que la population générale. [Lerebours et al 2016](#)
- Les athlètes qui s'entraînent à une fréquence plus élevée sont 2,59 fois plus susceptibles de développer un FAI.



Ice hockey butterfly goalkeepers

Does the Type of Sport Influence Morphology of the Hip?



A Systematic Review

Chantelle Doran,^{*} MB, BChir, BA (Cantab), Matthew Pettit,^{*} BA, Yash Singh,^{*} MB, BChir, BA (Cantab), Karadi Hari Sunil Kumar,[†] MBBS, MCh Ortho, FRCS (Tr&Orth), and Vikas Khanduja,^{†‡} MA (Cantab), MSc, PhD, FRCS (Orth) 
Investigation performed at Addenbrooke's – Cambridge University Hospital NHS Foundation Trust, Cambridge, United Kingdom

2021

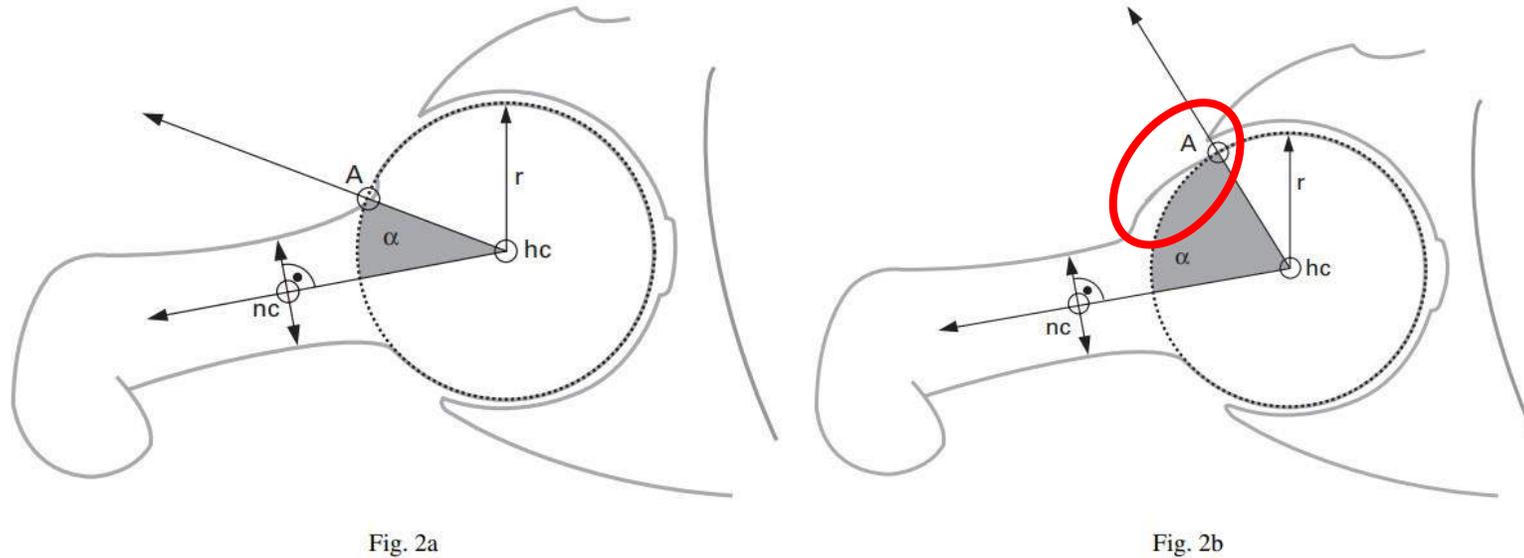
- Les joueurs de hockey sur glace élités sont **3 fois plus** susceptibles de développer une morphologie de came que la population générale. [Lerebours et al 2016](#)

L'angle est alpha significativement plus élevé chez les gardiens de but par rapport aux joueurs de position

higher alpha angle in athletes versus nonathletes

558

H. P. NÖTZLI, T. F. WYSS, C. H. STOECKLIN, M. R. SCHMID, K. TREIBER, J. HODLER



Diagrams showing the construction of angle α . Point A is the anterior point where the distance from the centre of the head (hc) exceeds the radius (r) of the subchondral surface of the femoral head. α is then measured as the angle between A-hc and hc-nc, nc being the centre of the neck at the narrowest point. Figure 2a shows a hip in a normal subject and Figure 2b a typical deformation.

Example



Does the Type of Sport Influence Morphology of the Hip?

A Systematic Review

Chantelle Doran,^{*} MB, BChir, BA (Cantab), Matthew Pettit,^{*} BA, Yash Singh,^{*} MB, BChir, BA (Cantab), Karadi Hari Sunil Kumar,[†] MBBS, MCh Ortho, FRCS (Tr&Orth), and Vikas Khanduja,^{†‡} MA (Cantab), MSc, PhD, FRCS (Orth) 
Investigation performed at Addenbrooke's – Cambridge University Hospital NHS Foundation Trust, Cambridge, United Kingdom

2021

La neige pourrait atténuer l'impact à l'atterrissage et les forces transmises sur la hanche

Aucune différence significative dans la prévalence de la came n'a été trouvée entre les pratiquants de ski de randonnée et les non-athlètes..



En revanche:

Les skieurs de bosses et les skieurs alpins:
une prévalence de came significativement plus élevée

Le ski alpin et le ski de bosses impliquent des forces de réaction au sol élevées et, dans la discipline des bosses, deux sauts acrobatiques entraînent des atterrissages à fort impact.



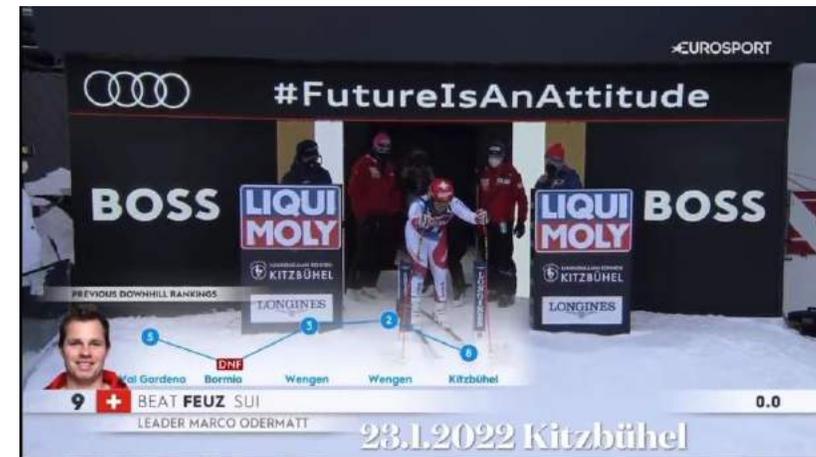
Does the Type of Sport Influence Morphology of the Hip?



A Systematic Review

Chantelle Doran,* MB, BChir, BA (Cantab), Matthew Pettit,* BA, Yash Singh,* MB, BChir, BA (Cantab), Karadi Hari Sunil Kumar,[†] MBBS, MCh Ortho, FRCS (Tr&Orth), and Vikas Khanduja,^{†‡} MA (Cantab), MSc, PhD, FRCS (Orth) 
Investigation performed at Addenbrooke's – Cambridge University Hospital NHS Foundation Trust, Cambridge, United Kingdom

2021



Ceci implique un modèle dans lequel des contraintes d'impact réduites conduisent au développement d'une morphologie de came moins sévère

Spécialisation

Une incidence plus élevée de déformation de la came a été constatée chez les patients pratiquant des arts martiaux jeunes - par exemple, le taekwondo ou le hapkido - par rapport à ceux dont le sport principal n'était pas un art martial.

La prévalence de la came :
club amateur dès l'âge de 12 ans < ceux qui ont commencé à jouer dans un club professionnel avant 12 ans.

FREQUENCY + INTENSITY

pourrait avoir un effet plus important sur le développement du FAI que l'âge auquel l'entraînement a commencé.

Attention aux idées reçues

Kolo et al ont découvert la présence de la morphologie de la came dans **seulement 1 des 30 danseuses**

Aucune différence significative n'a été constatée en ce qui concerne l'angle alpha ou les déchirures labrales entre les danseurs et les non-athlètes.

- l'angle alpha est significativement plus faible chez les danseurs que chez les non-danseurs
- Les danseurs ont plus souvent une morphologie en pince qu'en came

L'impingement en pince avec des lésions du cartilage et du labre acétabulaire associées à la subluxation est donc beaucoup plus fréquent chez les danseurs que le FAIs à cames.

Take Home Message

- **Athletic activity:** affecte l'articulation de la hanche et prédispose au FAI de type came.
- **Cam deformity:** mouvements répétitifs + niveaux de rotation interne + impact
- **Cam deformity:** Les athlètes de ces sports ont des angles alpha plus élevés.



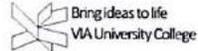
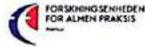
Dr. Joanne Kemp, PT
Associate Professor



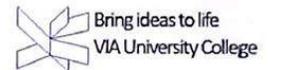
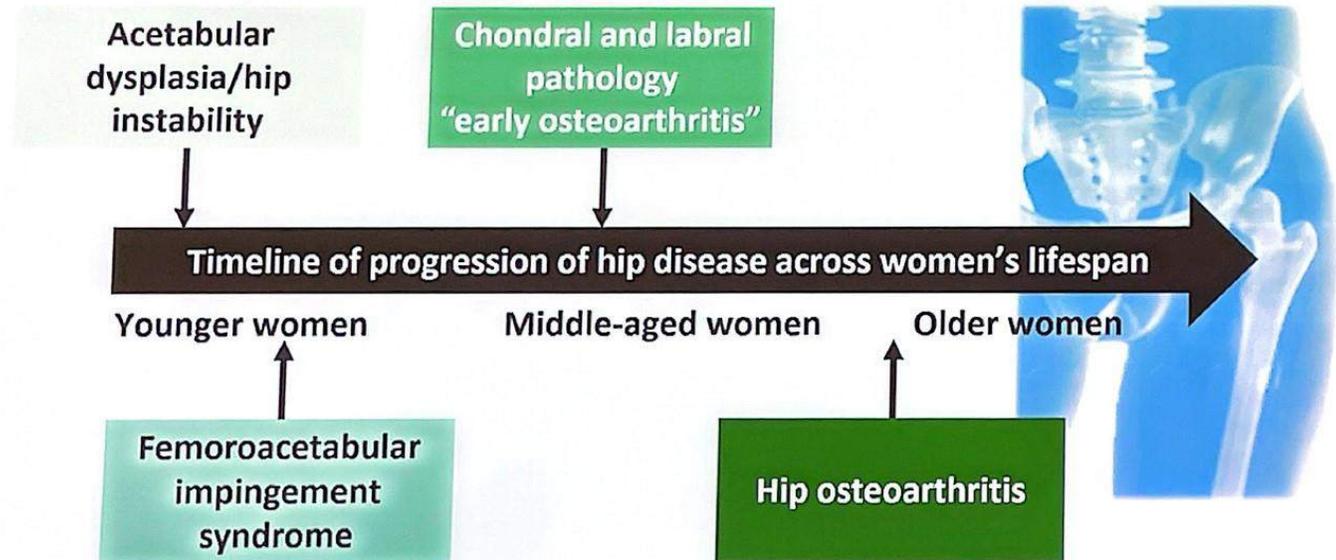
Dr. Julie Sandell Jacobsen, PT
Postdoctoral researcher

La Trobe Sport and Exercise Medicine Research Centre, La Trobe University, Bundoora, Victoria, Australia

Research Centre for Health and Welfare Technology, VIA University College, Aarhus, Denmark
Research Unit for General Practice, Aarhus, Denmark



Burden of hip pain across women's lifespan



Solutions ?

Return to sport after hip surgery for femoroacetabular impingement: a systematic review

Nicola C Casartelli,¹ Michael Leunig,² Nicola A Maffiuletti,¹ Mario Bizzini¹

- La chirurgie de la hanche est une option pour la prise en charge de l'arthrose symptomatique, mais les indications restent discutées





Athlétisme, pied, cheville

... et un peu plus

