Rhumatologie du sport: Biomécanique & Analyse Fonctionnelle des contraintes en kiné du sport

Tendinopathies: Micro-Traumatismes et défauts de placement/ recentrage articulaire

CASIN YOHANN KINE DU SPORT déc 2024 TD2

UE 23.3 MK4 ISTR LYON 1

CASIN Yohann

MK DE 2004 IFMK Rennes

- Masseur Kinésithérapeute du sport depuis 2004
- 16 saisons en équipes professionnelles de Basket dont 10 ans salarié à LDLC ASVEL Basket (2011/2021)
- Equipe de France de Basket masculine de 2009 à 2016
- Formateur indépendant (BE depuis 2006, IFMK 2014, Jury DE…) - Conférencier - Co-fondateur KLYF en 2018, président 2018/2020 -
- Kiné libéral Lyon Nord/Caluire & Associé Start Up REPLAY CH

« Mieux vaut prévenir que guérir, vive les autoroutes de la motricité !»

@YothephysYo

Micro-Traumatismes des tendinopathies et défaut de placement/recentrage articulaire

Intro / Rappels: Contrôle moteur - Isométrie - Biomécanique musculaire - Anatomie 3D Soléaire - Processus d'examen clinique

A/ Anatomie du Tendon et propriétés mécaniques :

- Anatomie - Collagène et composante passive
- Risque biomécanique = Slack effect
- Diagnostic d'une tendinopathie
- Adaptation mécanique du tendon: store and release energy

B/ Tendinopathie:

- Diag différentiel & Confirmation de Diagnostic
- Continuum model pour justifier la remise en charge progressive
- OBJ= Activer la composante active

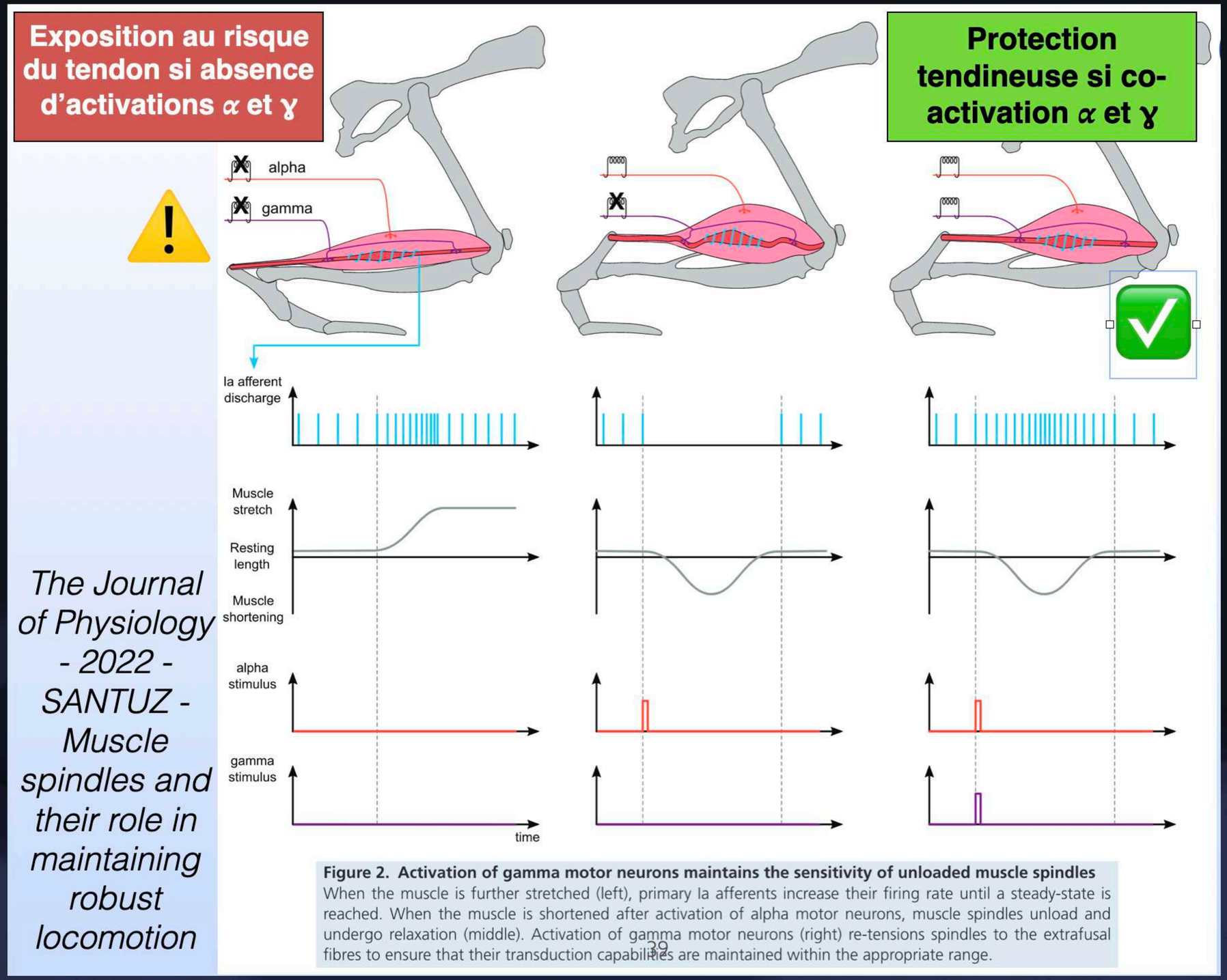
C/ Remise en charge et contrainte des tissus

D/ Cas Clinique: tendinopathie patellaire

Intro / Rappels: Contrôle moteur - Isométrie - Biomécanique musculaire - Anatomie 3D Soléaire

Contrôle moteur:

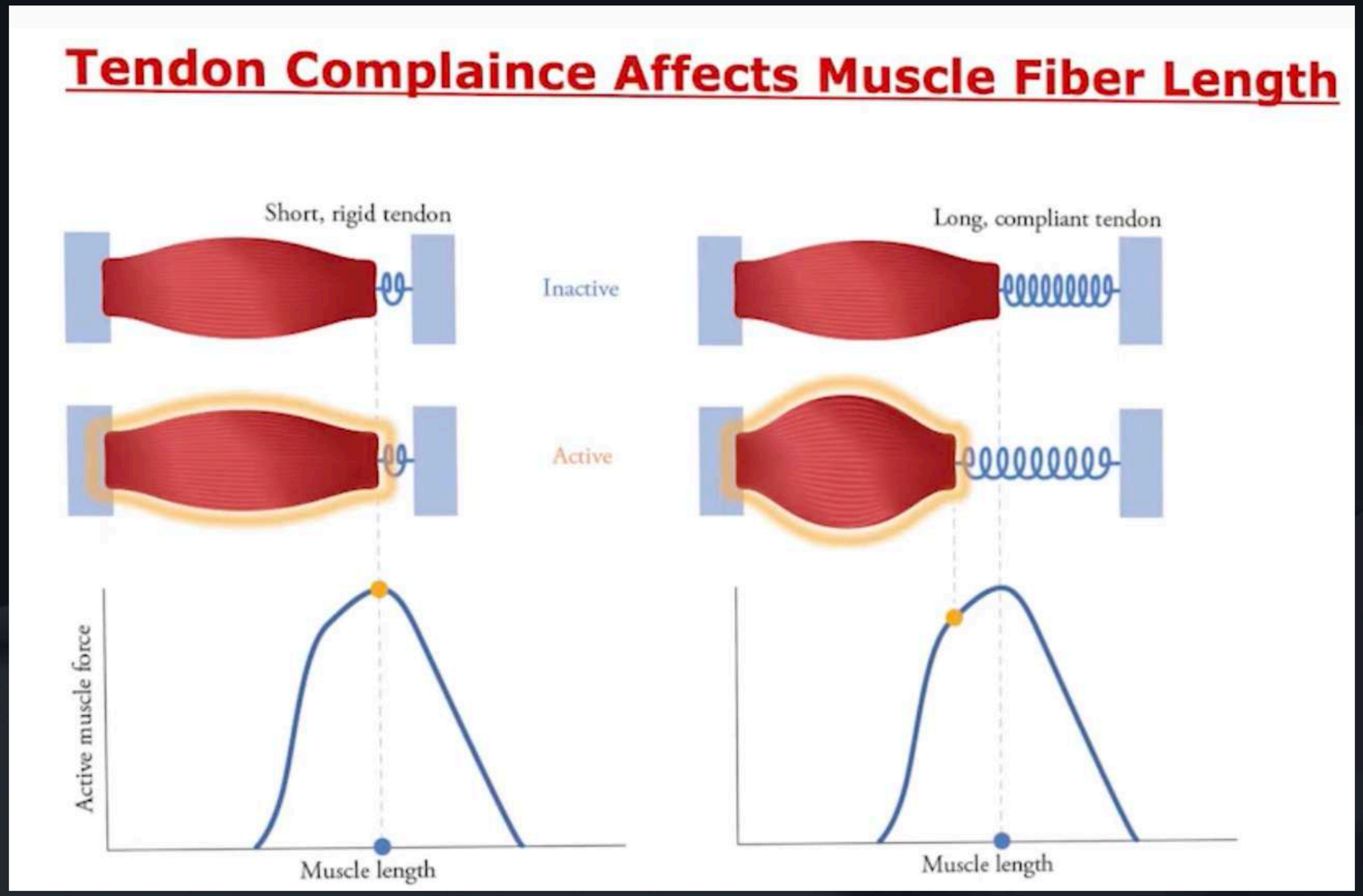
La bonne régulation de la co-activation alpha gamma va protéger les l'intégrité des tendons



Activation musculaire = protection tendineuse

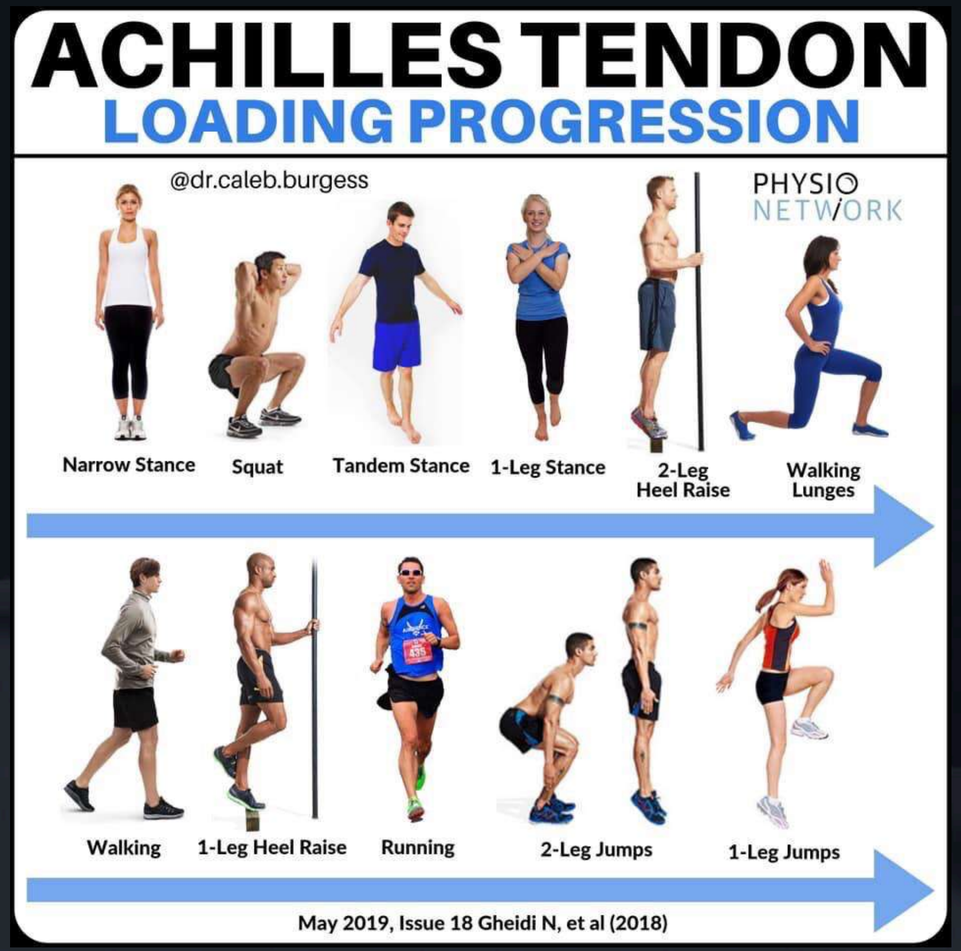
Professor Scott DELP Stanford University

https://www.youtube.com/watch?v=-FSTsbr3XVQ

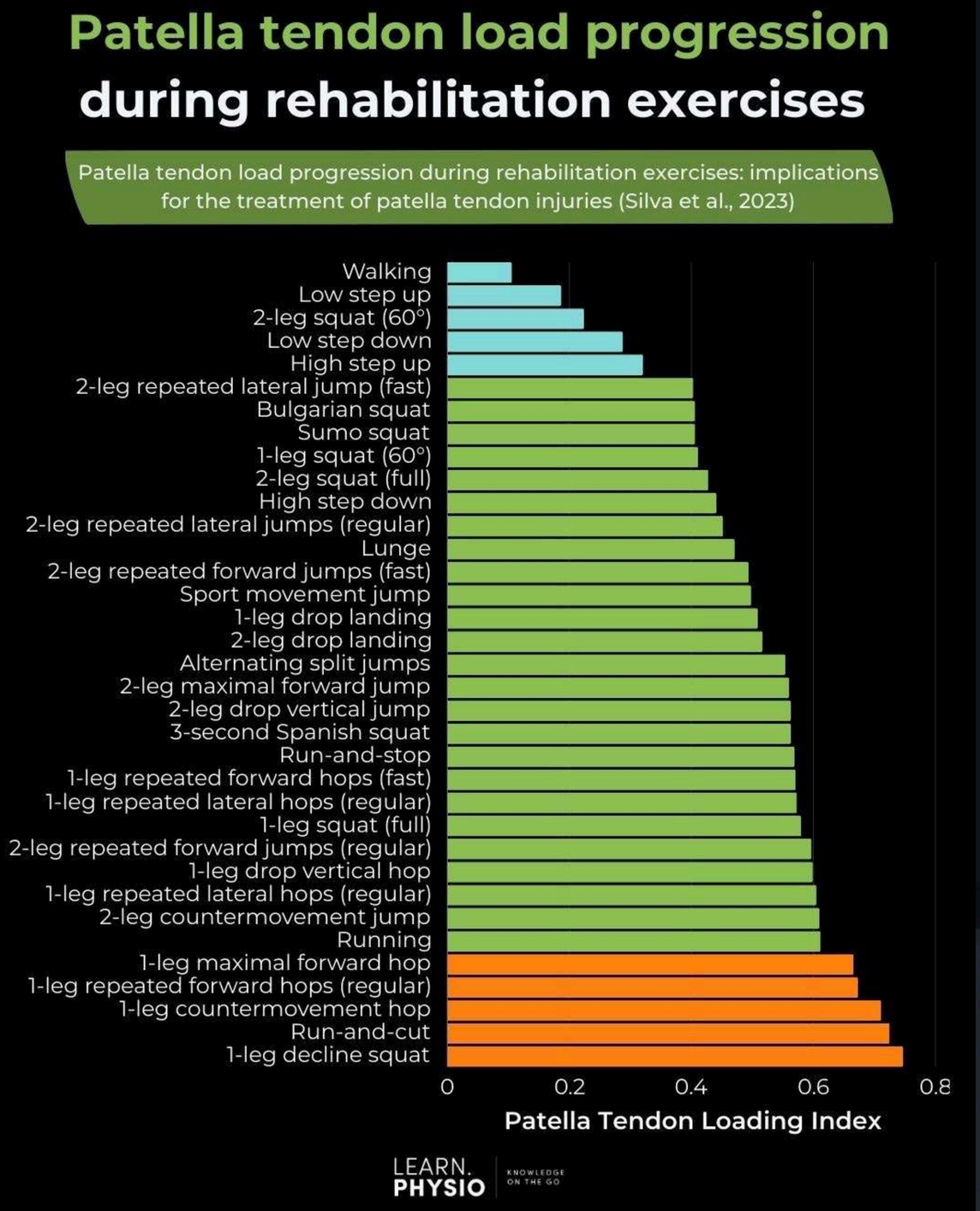


= EFFET W EXCENTRIQUE supra maximal

Lien entre coût attentionnel et biomécanique du Mouvement

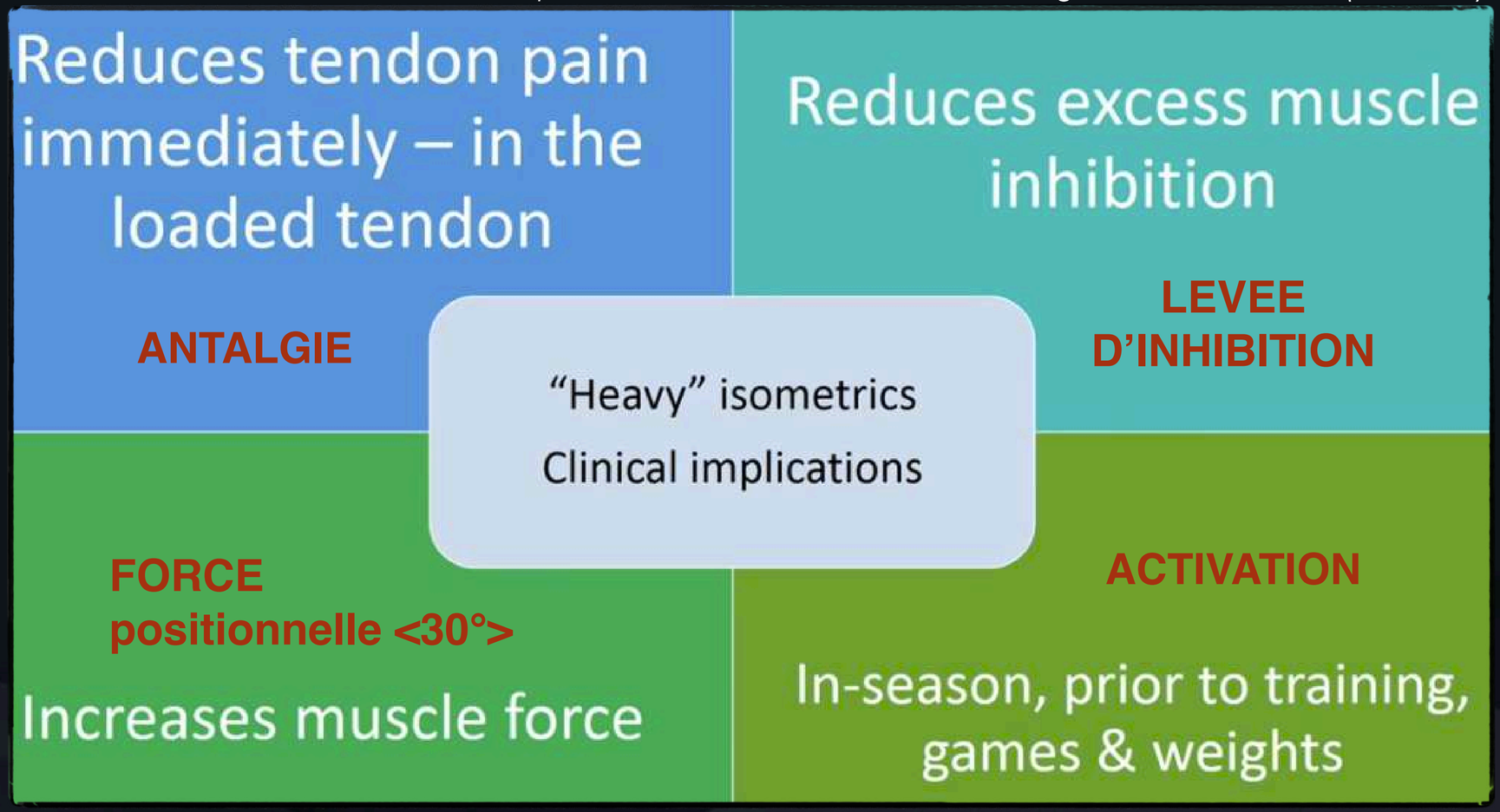


Coordination et progression



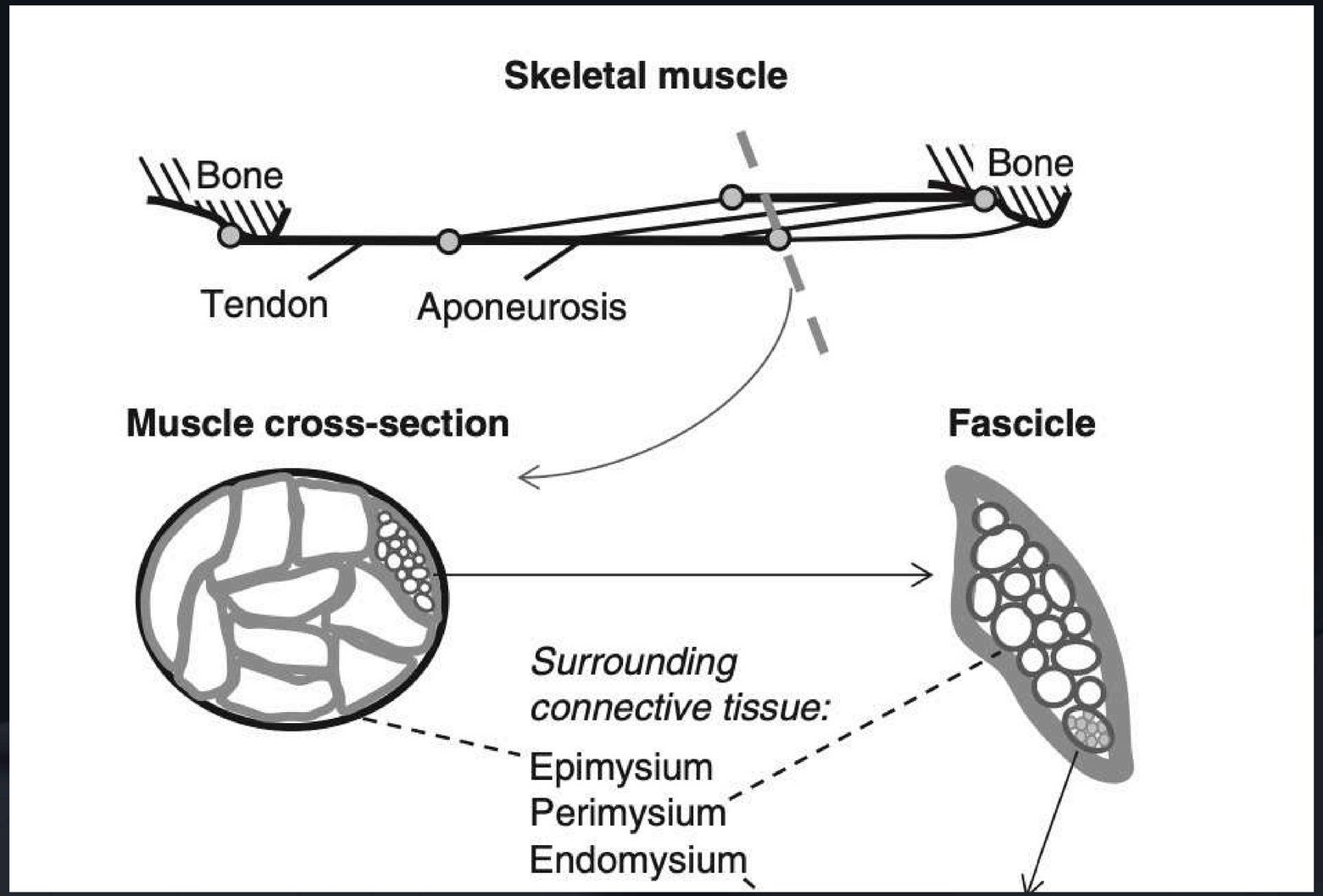
Initier par l'ISOMETRIE: favorable à cicatrisation tendineuse

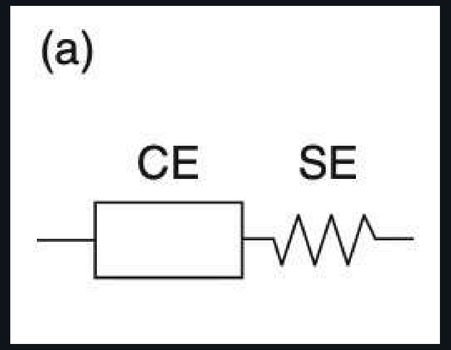
RIO 2014, protocole Tendon Neuro Plastic Training basé sur l'isométrie (70%MVC)



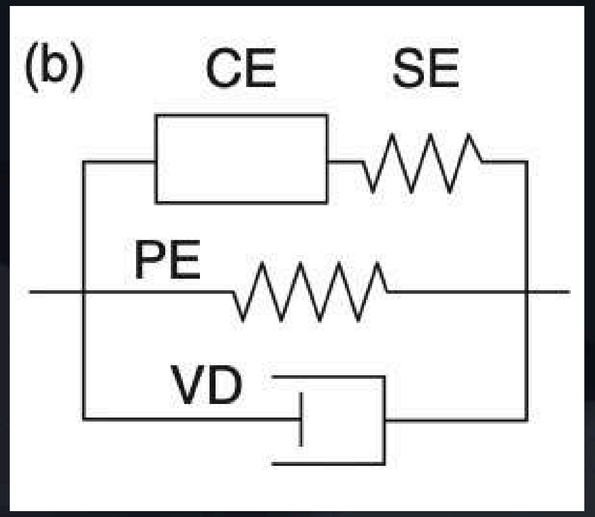
Autres Gains: en stabilité / contrôle articulaire (proprioception & recentrage actif) ; en amplitude active ; en stimulation neuro-végétative (effet hypotensif) ; en perte de poids…

Biomécanique musculaire 3D (=non linéaire)



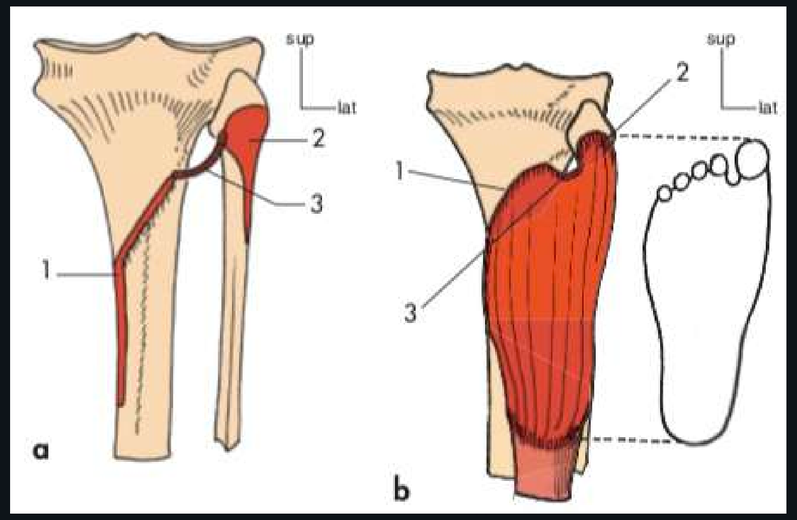


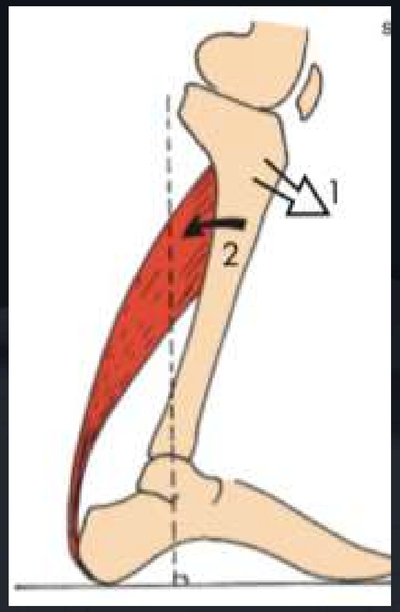
6.4 (a) The two-element Hill model of the active muscle (Hill, 1938). (b) Exemplary extension of the model to four elements (Hatze, 1977). CE describes the contractile element, SE the series elastic element, PE the parallel elastic element, and VD is the viscous damping element.



SIEBER 2014 in Computational Modelling of Biomechanics and Biotribology in the Musculoskeletal System Biomaterials and Tissues p173-204 Woodhead Publishing

ANATOMIE SOLEAIRE

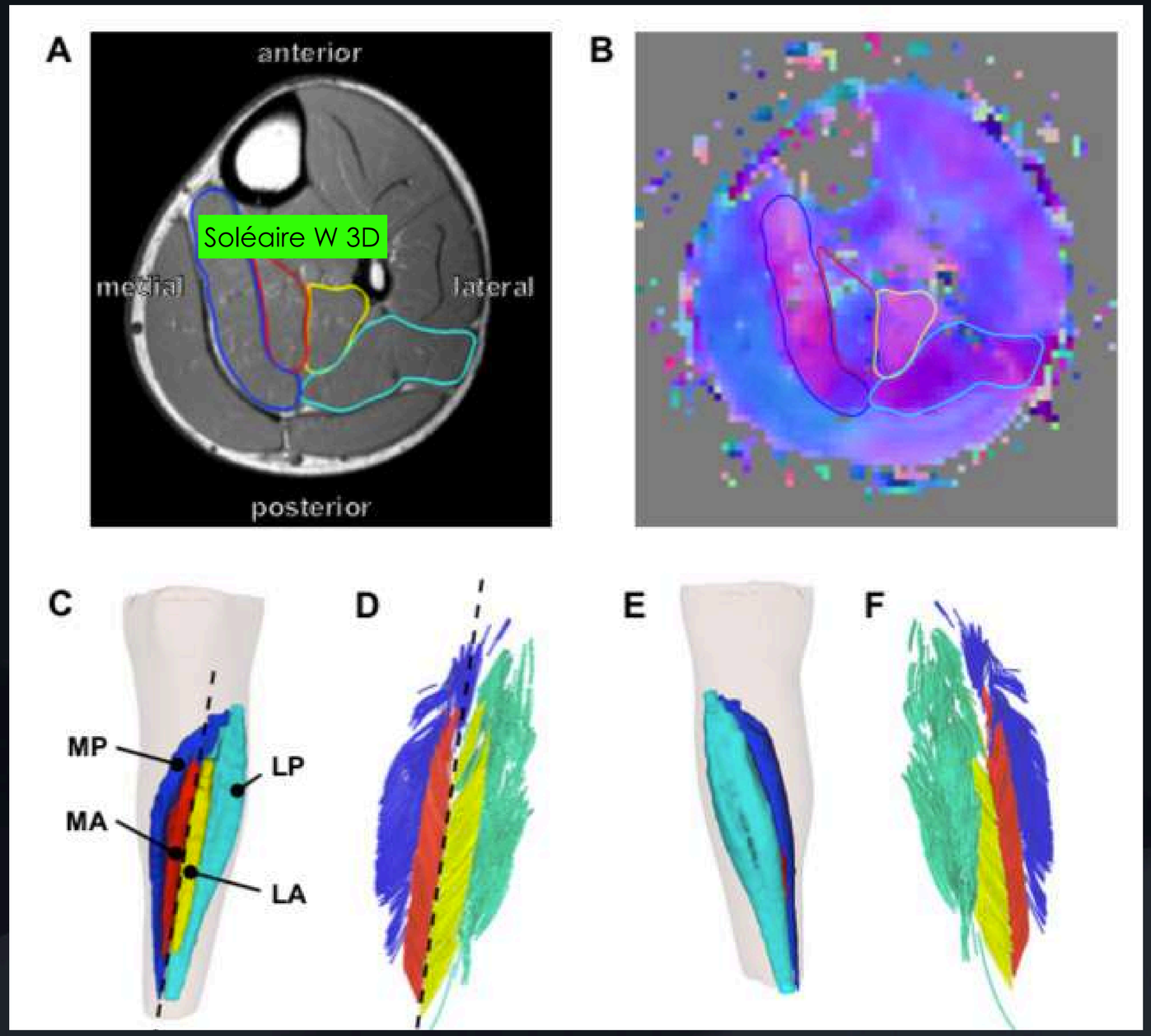




à 4 faisceaux

SOLEAIRE

= 6 à 8 fois le Poids du corps - Traction postérieure sur cala et freinateur de la flex du genou



Peer J 2018 Three-dimensional architecture of the whole human soleus muscle in vivo BOLSTERLEE

PROCESSUS D'EXAMEN

1ère partie

Hte Sensib & RV-

Formulaires /PROMS **Anamnèse** **Observation** **TRIAGE RULE OUT**

OBJ = exclure autres diagnostics (=RULE OUT)

Si ok => 2ème partie

OBJ=RULE IN

Hte Spécif & RV+

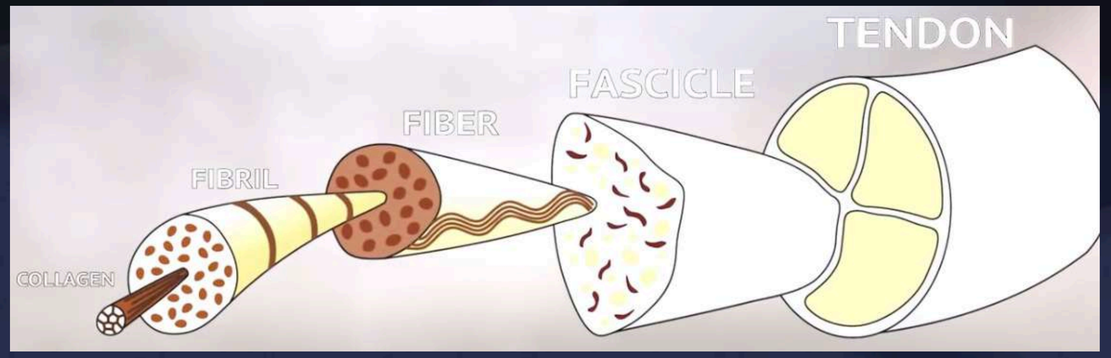
Analyse biomécanique et fonctionnelle **Examen sur table /Palpation** **Contrôle moteur et Déficit de Force** **DIAGNOSTIC RULE IN**

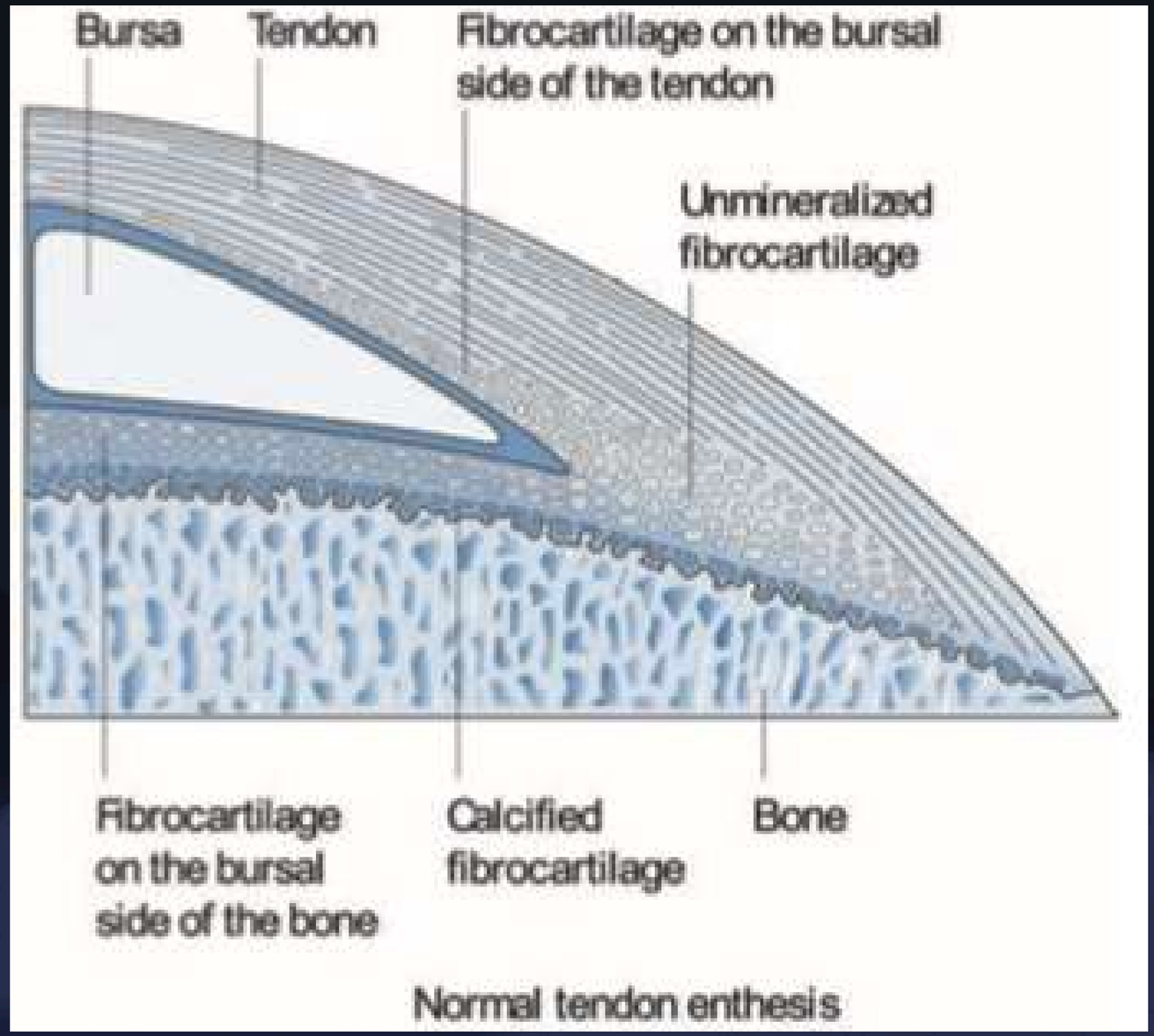
A/ Anatomie du Tendon et propriétés mécaniques : Anatomie - Collagène et composante passive

Contraintes sont en étirement et en compression!

Constitution:
68% Matrice extra cellulaire (2/3 eau et 1/3 ténocytes et ténoblastes)
30% Fibres collagène de type 1
2% Fibres élastiques

- Fibres parallèles
- Fibres spiroïdes
ces dernières entourent et compriment les premières lors de l'étirement





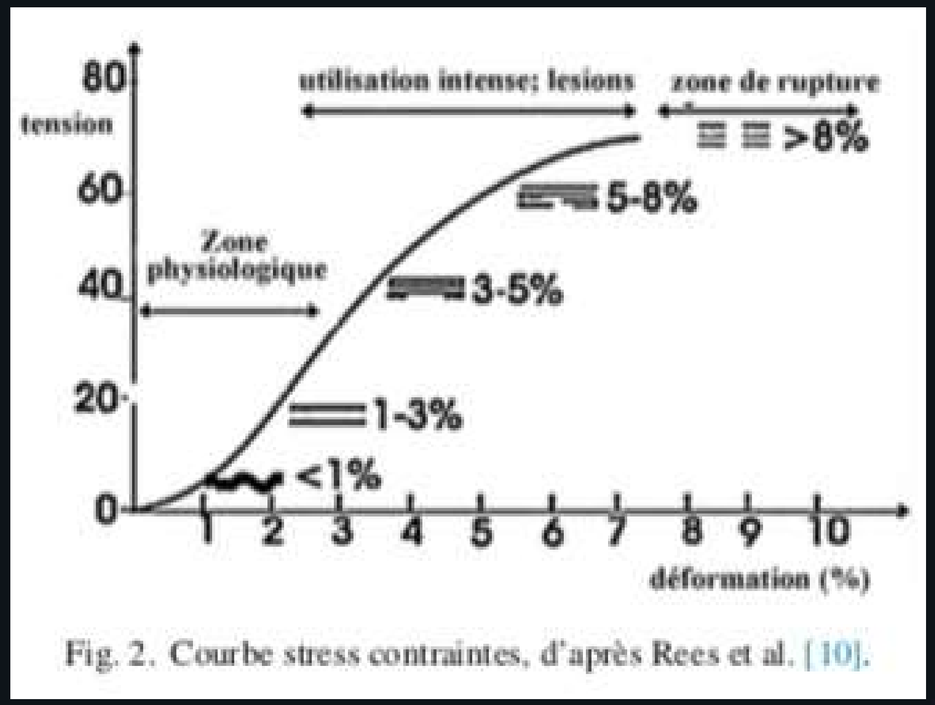
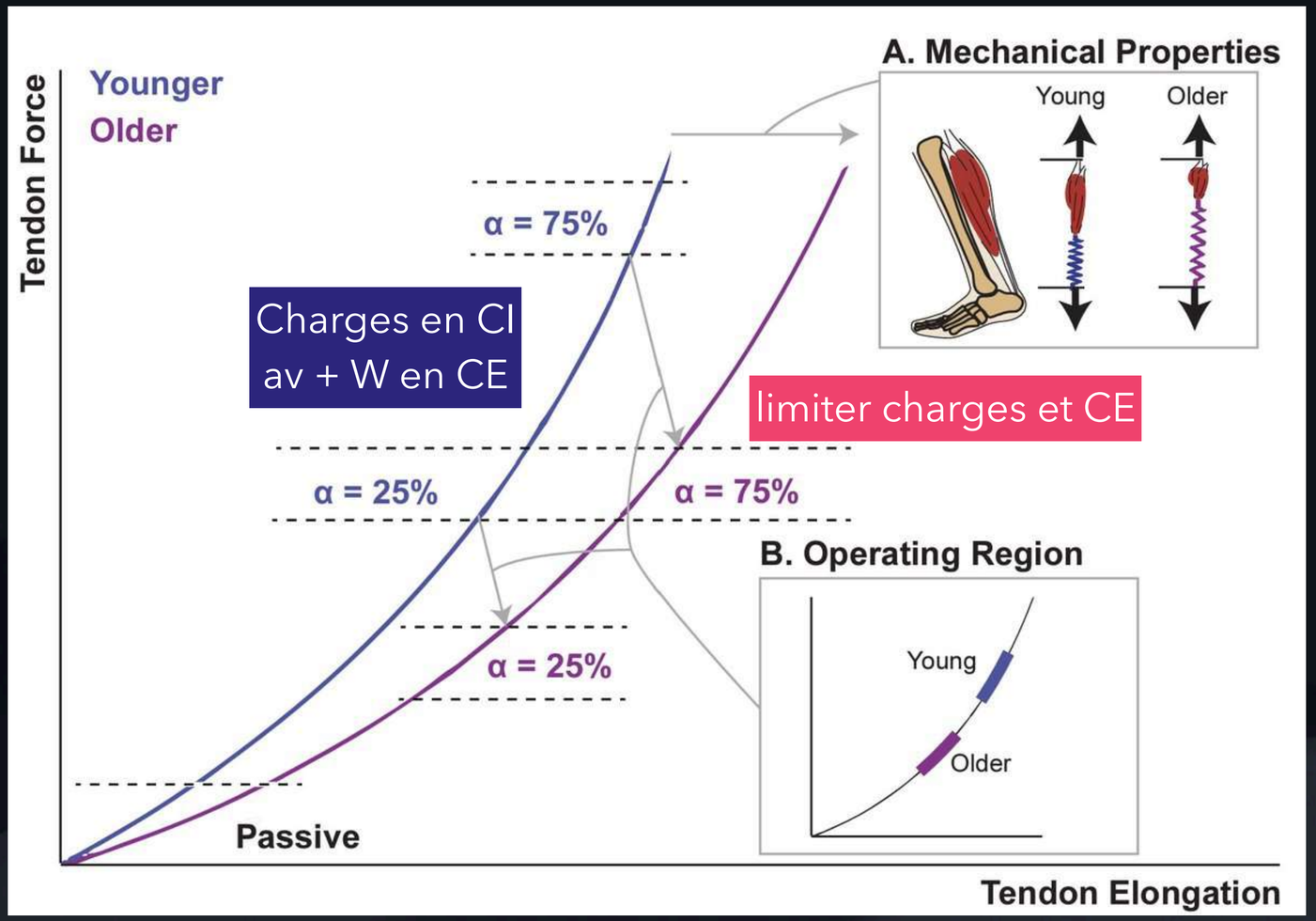
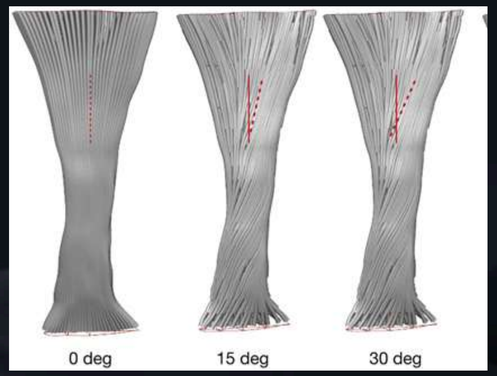


Fig. 2. Courbe stress contraintes, d'après Rees et al. [10].

MODULE DE YOUNG:
à température
constante!





Rees JD, Wilson AM, Wolman RL. Current concepts in the management of tendon disorders. Rheumatology (Oxford) 2006;45:508–21

« differences in the operating region of those length-tension relations between younger and older adults »

EFFECT SLACK (Rope ou Corde)

Définition

Tendinopathie du corps du tendon ou l'hyper-sollicitation du complexe musculo-tendineux

« Palpation d'une douleur localisée sur un tendon, associée à une raideur, et/ou un épaississement local et/ou un oedème local; corrélée à une perte de fonction et à une baisse de la tolérance à l'exercice dans les activités quotidiennes ou sportives »

De Vos 2021 - Millar 2021

Cicatrisation: fragment des fibres de collagènes
Augmentation de la synthèse (Collagène de type 3, protéglycanes)
néo-vascularisation
néo innervation

PROMs: Patient related Outcome Measures

- Questions intéractives pr infirmer nos hypothèses tout en éliminant les diagnostics différentiels complexes (stress mécaniques positionnels? posturaux / travail? Technopathies?) & Lister Chronologie des faits/atcd
- Sur table: Testings fonctionnel & clinique à prioriser

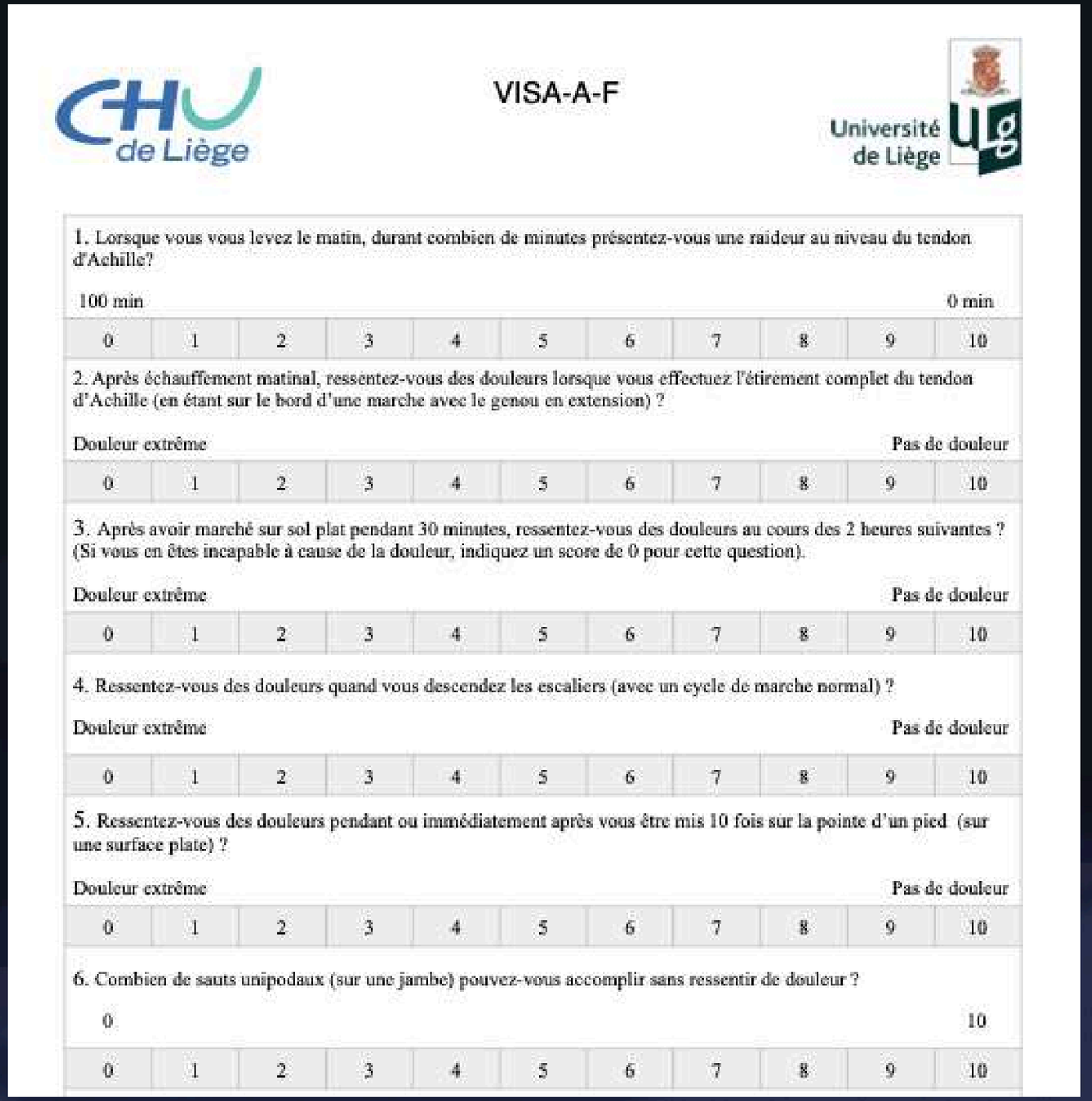
Diag Diff = TRIAGE

- Questionnaire pr exclure drapeaux rouges: Cancer (= RX genou ou écho tendons), Cardio-vasculaire / Diabète (= dlr tendineuse chronique post Tt =Iatrogènes), Iatrogène post TT Epilepsie ou Fluoroquinolone, Rhumato (Rhum. infl. ex=SPA), Neuro dégénératif (affaissement des pieds = CLE/Synd. Queue cheval)

Victorian Institute of Sport of Australia - Achilles VISA-A

Score /100

https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/172044/2/Questionnaire%20VISA-A-F.pdf



CHU de Liège

VISA-A-F

Université de Liège

1. Lorsque vous vous levez le matin, durant combien de minutes présentez-vous une raideur au niveau du tendon d'Achille?

100 min — 0 min

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Après échauffement matinal, ressentez-vous des douleurs lorsque vous effectuez l'étirement complet du tendon d'Achille (en étant sur le bord d'une marche avec le genou en extension) ?

Douleur extrême — Pas de douleur

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3. Après avoir marché sur sol plat pendant 30 minutes, ressentez-vous des douleurs au cours des 2 heures suivantes ? (Si vous en êtes incapable à cause de la douleur, indiquez un score de 0 pour cette question).

Douleur extrême — Pas de douleur

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4. Ressentez-vous des douleurs quand vous descendez les escaliers (avec un cycle de marche normal) ?

Douleur extrême — Pas de douleur

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. Ressentez-vous des douleurs pendant ou immédiatement après vous être mis 10 fois sur la pointe d'un pied (sur une surface plate) ?

Douleur extrême — Pas de douleur

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6. Combien de sauts unipodaux (sur une jambe) pouvez-vous accomplir sans ressentir de douleur ?

0 — 10

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

VISA-A

7. Pratiquez-vous actuellement un sport ou une autre activité physique ?	
0	Pas du tout
4	Entraînement/compétition modifié
7	Entraînement/compétition complet mais à un niveau différent (inférieur) de celui qui a vu les symptômes apparaître
10	Entraînement/compétition à un niveau identique ou supérieur de celui qui a vu les symptômes apparaître

https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/172044/2/Questionnaire%20VISA-A-F.pdf

VISA-A

8. Complétez uniquement A, B ou C pour cette question :

- Si vous ne ressentez aucune douleur pendant la pratique sportive, veuillez compléter uniquement la Q8A.
- Si vous ressentez une douleur pendant la pratique sportive mais qu'elle ne vous empêche pas de poursuivre celles-ci, veuillez compléter uniquement la Q8B.
- Si vous ressentez une douleur qui vous empêche de poursuivre l'activité sportive, veuillez compléter uniquement la Q8C.

Q8A) Si vous ne ressentez aucune douleur pendant la pratique sportive, combien de temps pouvez-vous vous entraîner/jouer ?

0 min	1-10 min	11-20 min	21-30 min	>30 min
0	7	14	21	30

Q8B) Si vous ressentez une douleur pendant la pratique sportive mais qu'elle ne vous empêche pas de poursuivre celle-ci, combien de temps pouvez-vous vous entraîner/jouer ?

0 min	1-10 min	11-20 min	21-30 min	>30 min
0	4	10	14	20

Q8C) Si vous ressentez une douleur qui vous empêche de poursuivre l'activité sportive, combien de temps pouvez-vous vous entraîner/jouer ?

0 min	1-10 min	11-20 min	21-30 min	>30 min
0	2	5	7	10

Score total : /100

https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/172044/2/Questionnaire%20VISA-A-F.pdf

Diagnostic de la Tendinopathie achilléenne

9 critères ICON 2019	Description / exemple
Evaluation globale	échelle de O (insupportable) à 100% (aucun pb)
dlr durant activité ou mise en charge	**EVA**
Participation	Stegner-Lyshom (cf chir LCA)
Fonction	Impact sur sa fonction
Facteurs Psychologique	appréhension, kinésiophobie, catastrophisme **PCS FR**
Handicap	**VISA-A FR** faible à 24 - ok à 50/80 - 90 rare
Capacité fonctionnelle	**Single leg raise**
Qualité de vie	EQ-5D (0 pire santé imaginable ;100=au top)
Dlr durant moment spécifique	EVA

BJSM 2019 ICON 2019 International scientific tendinopathy symposium consensus: There are nine core health-related domains for tendinopathy (CORE DOMAINS): Delphi Study of Healthcare professionals and patients VICENZINO ALFREDSON BAHR COOK & AL

B/ Confirmation du Diagnostic de Tendinopathie achilléenne

Table 1 | **Tests to aid in the diagnosis of tendinopathy**

Diagnostic test	Description
Achilles tendinopathy	
Palpation	Patient complaining of pain on palpation
Single leg heel raise	Patient complaining of pain on either upward or downward movement
Hop test	Patient complaining of pain in the mid-Achilles tendon during exercise

Dlr
Oedème
raideur
Crépitation très spécifique ++

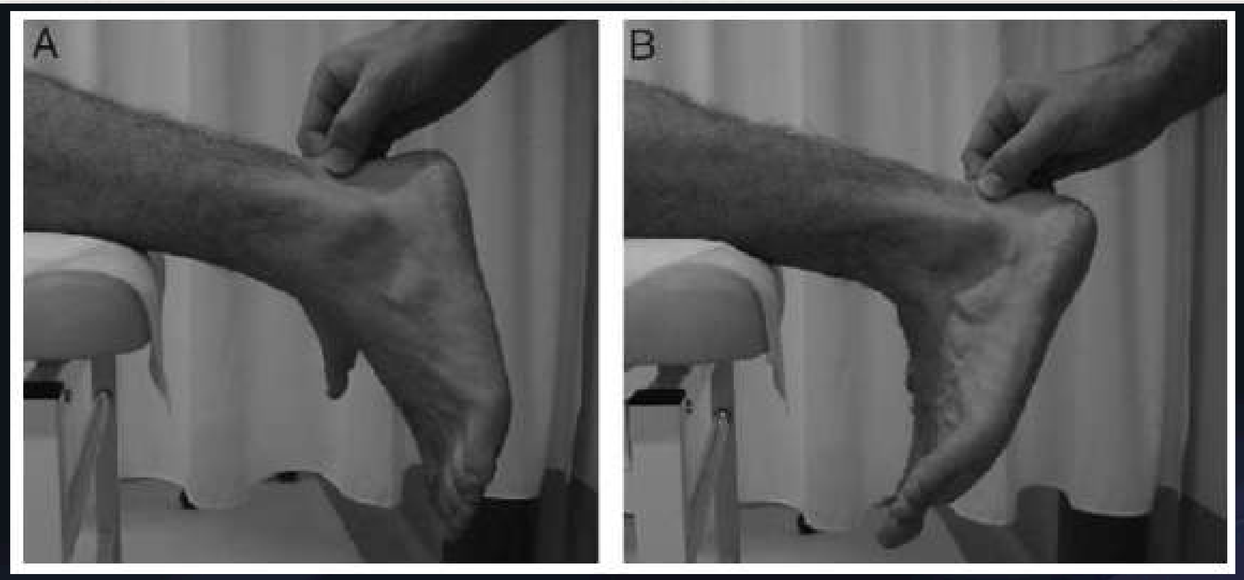
<u>single leg heel raise:</u>
Monter et descente en pointe de pied sur le pied affecté - Positif si dlr (montée ou descente)

<u>hop test:</u>
Sauter par dessus une ligne au sol
positif si dlr à l'exercice

Nature Reviews Disease Primers 2021 Tendinopathy MILLAR

Confirmation du Diagnostic de Tendinopathie achilléenne

Royal London Hospital test	Tenderness on palpation decreases substantially or disappears completely with maximal ankle dorsiflexion	*très spécifique ++*



JAT 2014 The Utility of Clinical Measures for the Diagnosis of Achilles Tendon Injuries/ A Systematic Review With Meta-Analysis REIMAN & Al

Royal London Hospital Test: Palpation de la portion moyenne du tendon (procubitus/chev au repos), une fois une zone douloureuse trouvée, demander une dorsiflexion max et re-palper cette zone:
Positif si dlr disparaît

Confirmation du Diagnostic de Tendinopathie achilléenne

Arc sign	Movement of intratendinous swelling relative to the malleoli with the tendon during ankle movement

Arc Sign Test positif si la zone oedémateuse du tendon « bouge » av lors de la flex/ extension de la cheville

Si ça ne bouge pas (palper), rechercher « friction »

JAT 2014 The Utility of Clinical Measures for the Diagnosis of Achilles Tendon Injuries/ A Systematic Review With Meta-Analysis REIMAN & Al
https://www.youtube.com/watch?v=HxkvZIp6Wjw

Diagnostic différentiel de Tendinopathie achilléenne

Achilles tendon	
Posterior impingement	Palpation
Bursitis	Passive plantarflexion test for posterior impingement
Referred pain	
Seronegative arthritis	
Enthesitis	

Tendon Plantaire (palpation dlr face médiale, parfois glissement)

Test du Carrefour post: procubitus avec percussion sur calcanéum en flex plantaire max

Nature Reviews Disease Primers 2021 Tendinopathy (primer) MILLAR

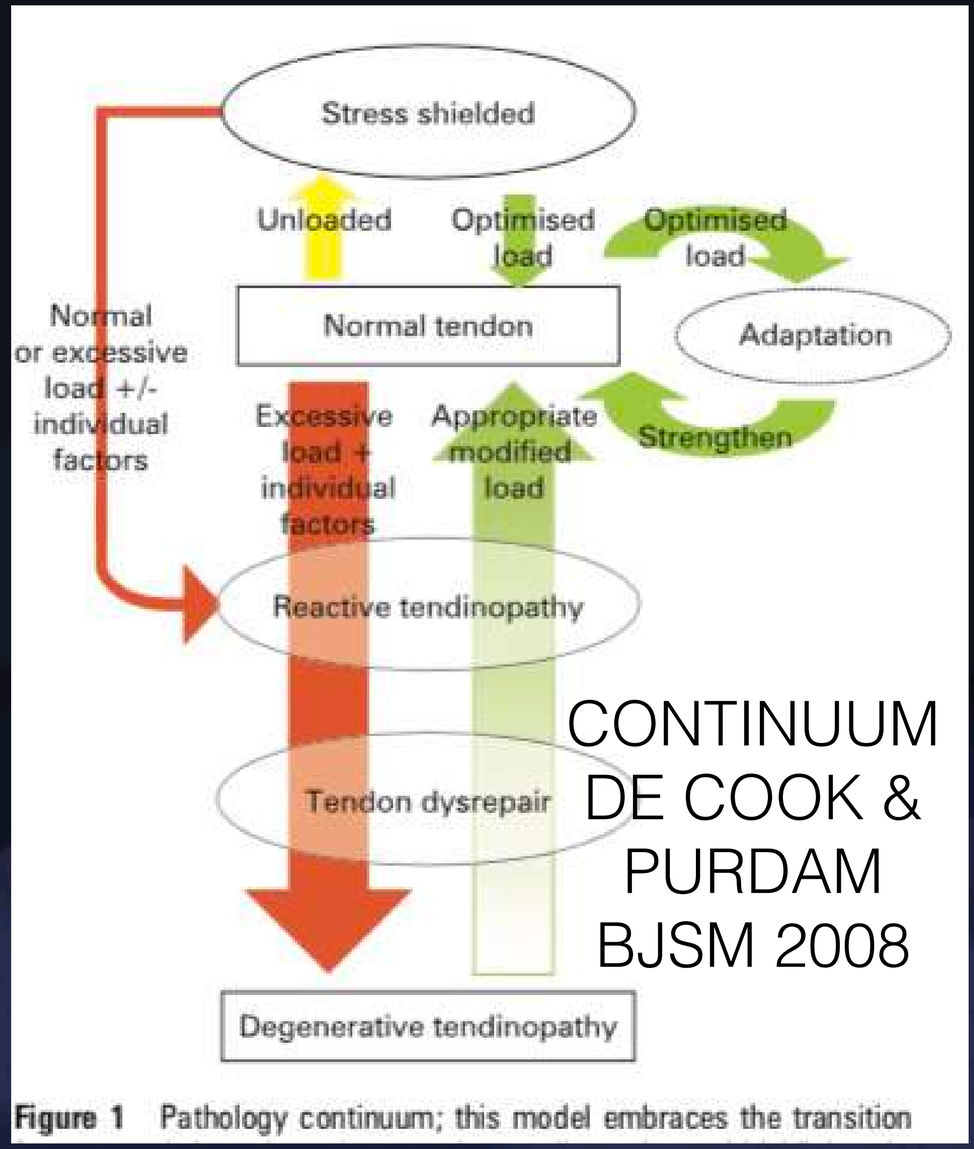
TENDINOPATHIE

1ère phase: TENDON RÉACTIF
-épaississement pr absorber contraintes

-aucun oedème

Soins, Repos, Modification de la mise en charge,

TENDON NORMAL



CONTINUUM DE COOK & PURDAM BJSM 2008

Figure 1 Pathology continuum; this model embraces the transition

TENDINOPATHIE

CONTINUUM DE COOK & PURDAM BJSM 2008

1ère phase: TENDON RÉACTIF

2ème phase: TENDON REMANIÉ
-Oedème

-Douleur à palpation aiguë, enraidissement

Soins, Repos, Modification de la mise en charge,

TENDON NORMAL

TENDINOPATHIE

CONTINUUM DE COOK & PURDAM BJSM 2008

1ère phase: TENDON RÉACTIF

2ème phase: TENDON REMANIÉ

3ème phase: TENDON DÉGÉNÉRATIF

-Oedème

-Lésion chronique

-lésions cellulaires, troubles de la matrice

RISQUE DE RUPTURE

Augmenter l'activité cellulaire, Soins, Risque de ne pas pouvoir reprendre au niveau antérieur

TENDON NORMAL

2021 – YOCASIN@SPORTMED.FR

Principes essentiels:
Suivi de charge progressif (remise en charge mécanique adapté au contexte) & respect du temps de cicatrisation

4

PLIOMETRIE/ ELASTICITE/ RETURN TO PLAY

Charge légère - Accélération/sprint/fentes - Changement direction - Intensité max spécifique

3

VITESSE/ INITIATION PLIO

Stockage d'énergie - Ajout de compressions & varier les axes - DLR >2/10

Cycles 3 jours

2b

FORCE LENTE CONC/EXC

charges élevées (<6R)- HSR: Conc 3sec/Exc 3sec - Initiation des compressions

Warm Up ISO & ISO jour "repos"

2a

HYPERTROPHIE MODEREE/ HAUTE RESISTANCE

2/3 Séries - >10 Rep - >60 sec - Ajout de coordination

Cycles 2 jours

1

ISOMETRIE

45sec - 70% du Max - Pluriquotidiens - Ni compression ni impact

Mini-cycles: 4 à 5 fois par jour

PROTOCOLE REEDUCATION TENDINEUSE

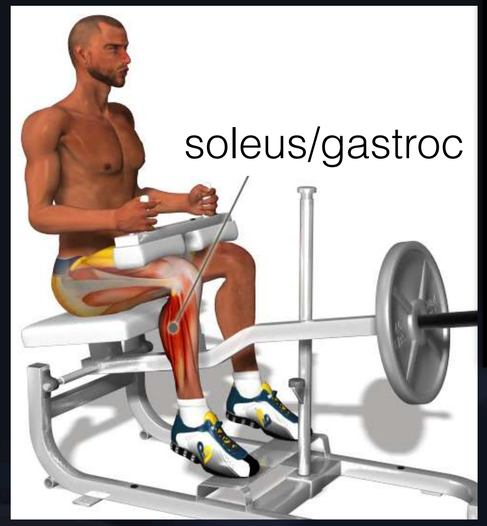
PROTOCOLES Heavy Slow Resistance

Kongsgaard M, Kovanen V, Aagaard P, et al. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports*. 2009;19(6):790-802

Kongsgaard M, Qvortrup K, Larsen J, et al. Fibril morphology and tendon mechanical properties in patellar tendinopathy: effects of heavy slow resistance training. *Am J Sports Med*. 2010;38(4):749- 756

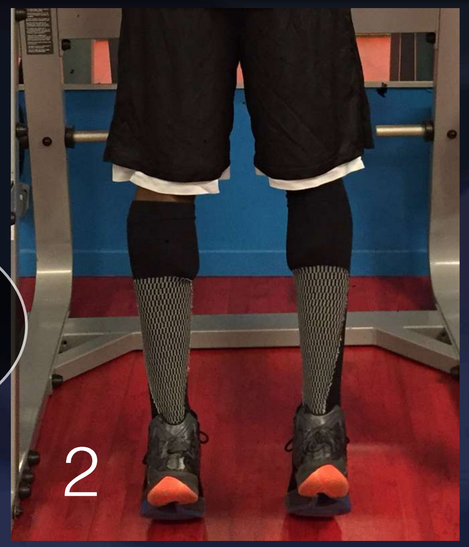
Sem 1: 3X15 RM
Sem 2/3: 3X12 RM
Sem 4/5: 4X10 RM
Sem 6/8: 4X8 RM
Sem 9/12: 4X6 RM

Au club de fitness - 3X/sem
3 exercices Bipodaux
3/4 séries de 15 reps de 6 sec (repos entre série de 2/3min - 5 min entre exercices)
1 série Genou Tendu puis idem fléchi



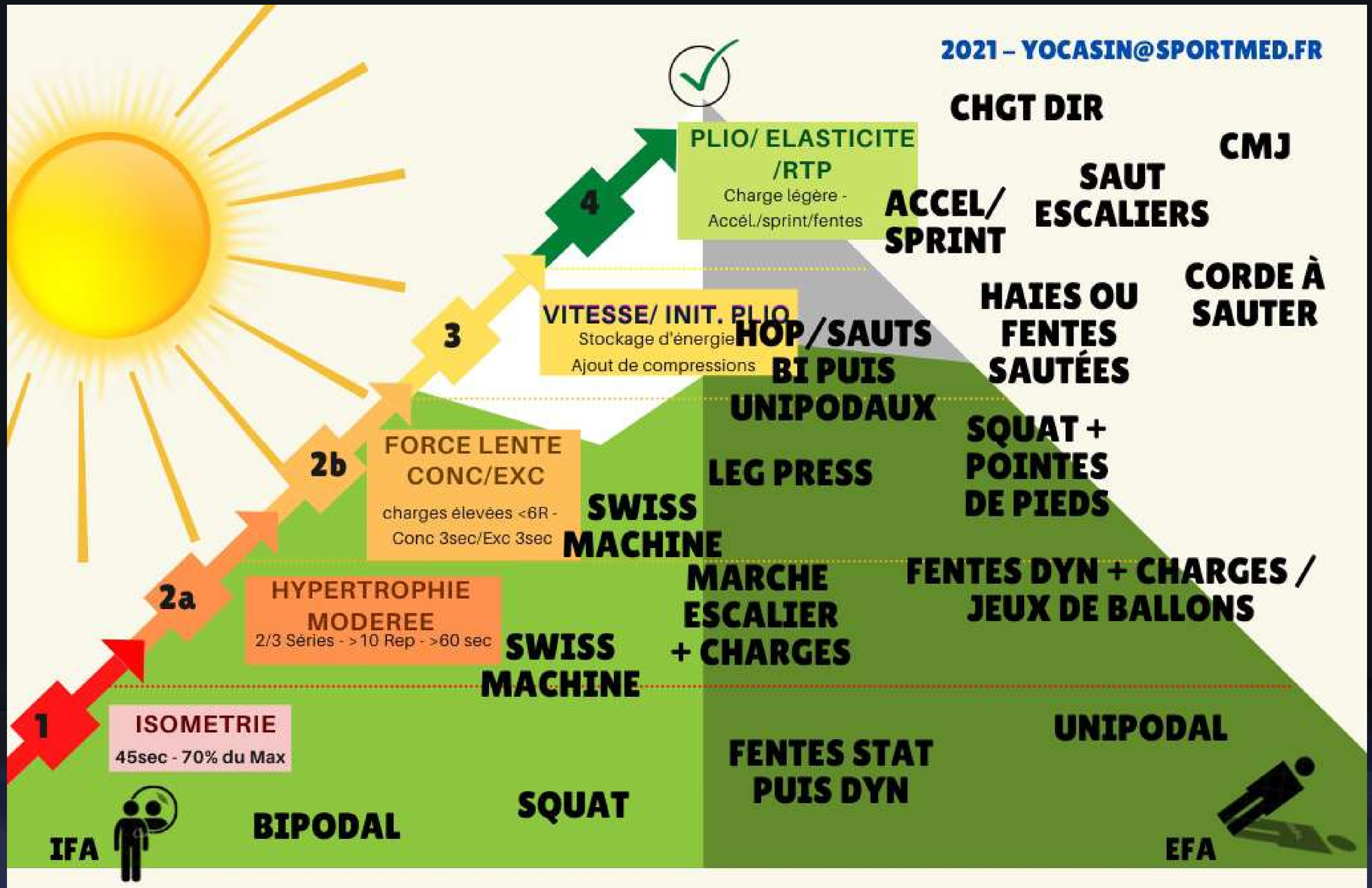
1

+ Monter sur poids



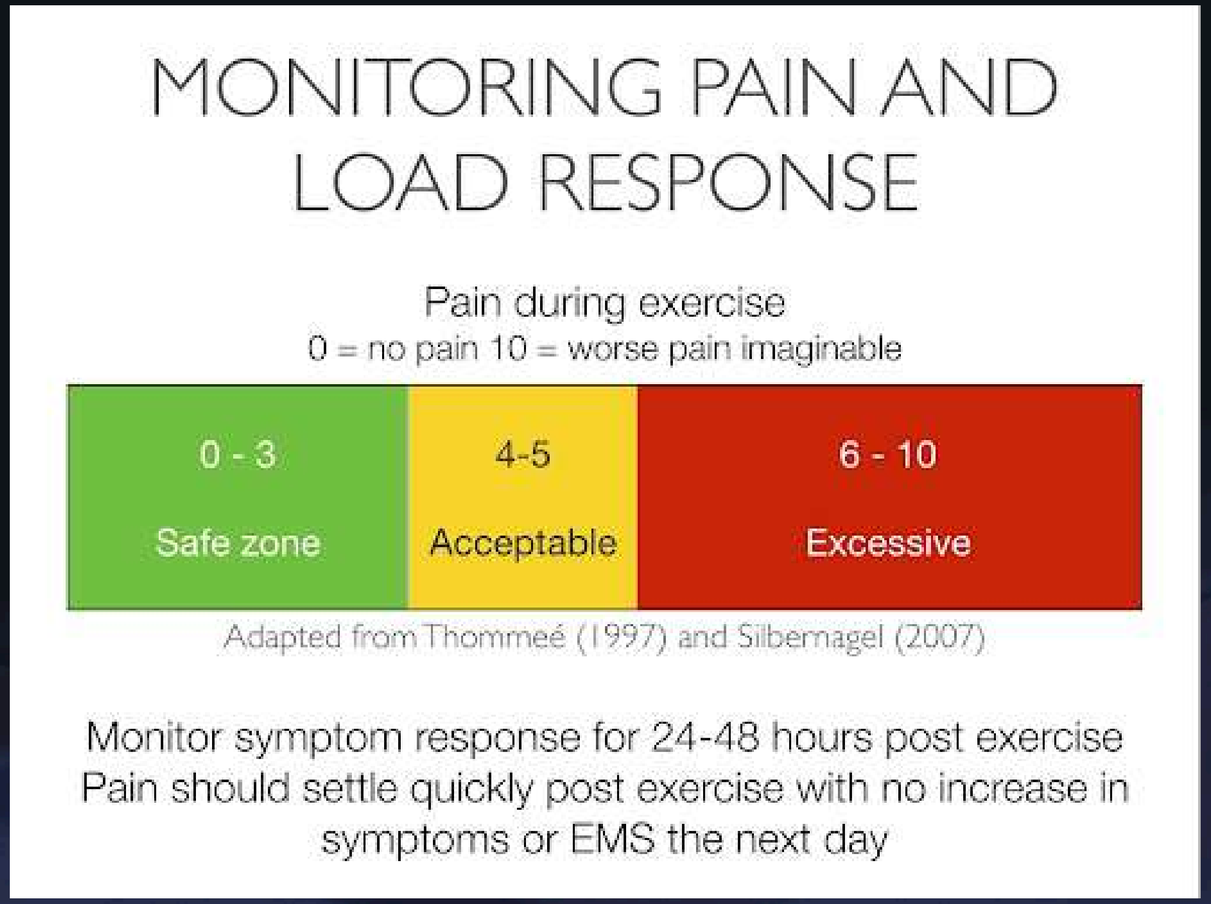
2

3



REEDUCATION DU TENDON D'ACHILLE

Modulation de l'intensité de la DOULEUR A L'EXERCICE < 3/10 (ou tolérée <5/10)



=> Suivi 48h après exercice:

La douleur devrait s'arrêter immédiatement après l'exercice sans aucune aggravation de symptôme le lendemain

https://www.physio-network.com/wp-content/uploads/2022/12/monitoring-pain.png

C/ Remise en charge progressive et contraintes tissulaires

Rééd Handballeur pro =
Rééd athlète?

45sec

⚠️Travail axial puis multi axial!

30 ans droitier

Asymétrie longueur (pied G plus long) et largeur de pied (pied D plus large)

2 déformations osseuses:
-Base m1 D liée au chaussage cette année attention car défaut mise en charge ou alors chaussures trop étroites
-articulation cuboide/talus en externe à proximité du sinus du tarse.

G:
2013 chir tendon rotulien (nécrose apex)

Chir carrefour post G
2015 puis séquelles anesthésiques sur spi et spe avec steppage durant 6 mois à cause du bloc en local (aine).

Fracture de fatigue naviculaire 2017

D:
2013 Morton m3/m4 (semelles

Hd
2019
Avec atteinte releveurs et moyen fessier D uniquement

Td Achille D

Releveurs 4/5 a D va 5/5 à G
Tibial post 4,5/5 D vs 5/5 a g
LFH 5/5 a D va 4,5/5 à G

Instabilité cuboidienne D (craquement à chaque circumduction)

Sensibilité plaques plantaires 2/3/4eme orteils d (vs rien à G)
Dorso lombaire un peu toniques
Carrés des lombes ok bilatéralement à la palpation
Gd Fessier faisceau iliaque infra crête et piriformis

Rectus femoris très tendu à G limitant anormalement la flexion active de hanche (inhibition psoas)) -15degres par rapport à D (attention aux séquelles sur le dos et le disque et la récupération droite altérée!)

Déficit d'extension active de hanche D /G
Déficit de force gd fessier dans l'axe et en rot externe

ASymétrie en force avec dominance ischios externes / internes. Attention à impact sur le pied!

Quad symétriques

Déficit force psoas G (d'où la compensation avec rectus femoris?)

Fadir ++ a G
Fadir + a D

Test Thomas positif bilatéralement
TFL G plus tendu avec plus d'abd

Nerf fémoral sensible

Gd Fessier D en course interne combiné à psoas G en course interne (ex franchissement de haie avec bras levés)

Slump test plus de tensions G qu'à Droite

Swiss machine à la salle de muscu

Protocole d'échauffement:

1/ conflit hanche G: moyen fessier (en bilatéral mais surtout à g) et psoas G en course interne dans l'axe
Stretch rectus femoris (à plat ventre sur table kiné avec élastique sur pied)
Abs originals (cf photo)
2/ activation gd fessier D: dans l'axe et en rot externe
Hip thrust sans aucun ischio (avec sangle, flexion max genoux, extension non maximale de hanche.
Fente avant pr travail de réception de course
3/ iso soleaire 45sec 5 reps et 2 min repos entre.
Pas d'étirement max du mollet
Pas de position inconfortable pour le Morton

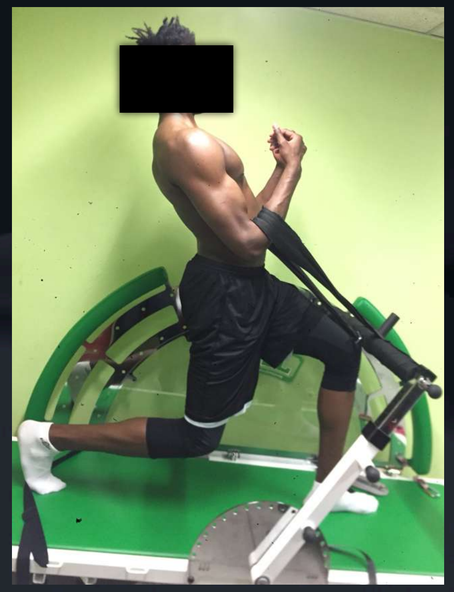
Diag/ciblage stratégies de rééducation:
1-Potentielle souffrance discale chronique (non objectivée à froid) Sequellaire à une asymétrie de tonus musculaire sur les 2 droits antérieurs et deficit de force psoas (prédominante a gauche, peut être depuis tendinopathie et chir TDr en 2013?)

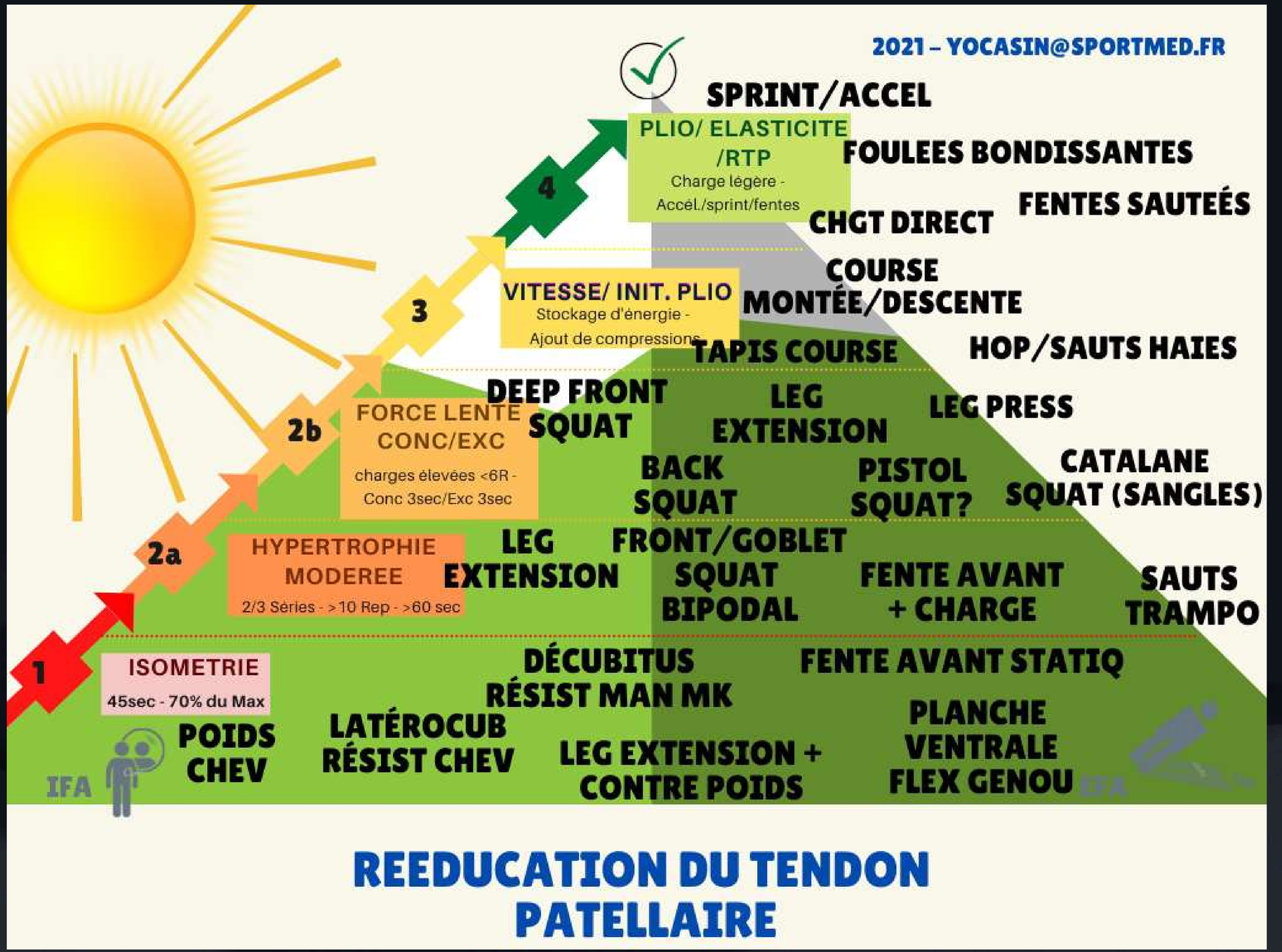
2-Déficit de force fonctionnelle et de coordination entre grand fessier droit et psoas gauche combiné à un manque de stabilité /« ancrage » à l'appui sur le gros orteil droit (Morton et hallux court) plus récent probablement depuis Hernie discale 2019.

3-déficit de force releveurs D & tibial postD et instabilité du cuboïde D par Défaut de gainage au niveau du bassin et par la stratégie d'absorption non optimale résultante

3D

D/ Cas Clinique: tendinopathie patellaire





Delaware Univ.

https://cpb-us-w2.wpmucdn.com/sites.udel.edu/dist/c/3448/files/2016/10/Patellar-Tendinopathy-Treatment-Protocol-21sjaim-yi2e4k.pdf

Silbernagel:

Indicateur de douleur pour passer à l'étape suivante

Patellar Tendinopathy Rehabilitation Protocol

Phase	Initiate when:	Treatment Ideas	Dosage and Progression:
Phase I: Acute	▪ Pain with isotonic loading is >5/10	▪ Isometric exercises: ○ Knee Extension between 30-60° ○ Spanish Squats between 45-90° ○ Wall Sits between 45-90° ▪ Address hip strength deficits as indicated ▪ Noxious stim protocol^ ▪ NMES* to the quadriceps if QI<80%	▪ Isometrics: 5x45" holds[6,7] ▪ Perform daily if pain returns to baseline
Phase II: Recovery	▪ Pain with isotonic loading is <5/10	▪ Isotonic exercises ○ Knee Extension ○ Sit to Stands ▪ Heavy Slow Resistance (HSR) training[8]: ○ Leg Press ○ Squat ○ Hack Squat ▪ Continue hip strengthening, noxious stim and NMES as indicated	▪ All exercises performed: bilaterally, every other day ▪ HSR: 3-4 sets, progress from 15 RM → 6RM, 90-0°, complete with 3 sec eccentric phase, 3 sec concentric phase ▪ Can continue Phase I exercises on off days
Phase III: Rebuilding	▪ Tolerating decline squat of involved limb with <5/10 pain	▪ Progress Phase II exercises ▪ Add: ○ Split Squat ○ Step-Downs (Lateral & Forward) ○ Isokinetics (concentric/eccentric) ▪ Decline Squat Program[9]	▪ Progress Phase II exercises to eccentric (2 up, 1 down) then unilateral ▪ Progress 3x8 → 3x15 ▪ Decline Squat Program: 3x15, 1x/day
Phase IV: Return to Activity	▪ Tolerating load with plyometric activities that replicate training demands	▪ Jump/Landing training ▪ Acceleration ▪ Deceleration ▪ Cutting ▪ Sport specific training	▪ Progressively increase volume and then intensity ▪ Progress through training drills then full competition

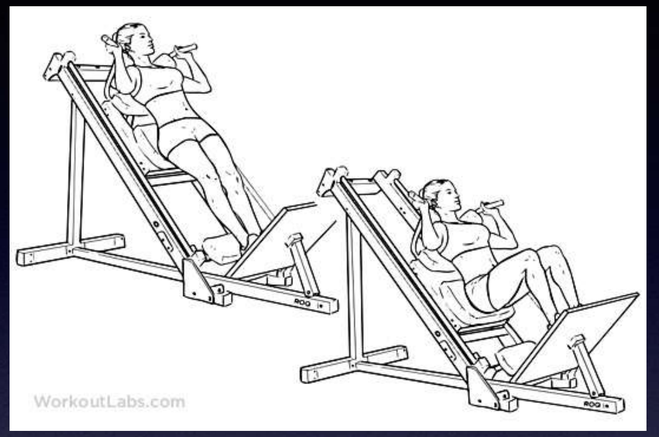
Delaware Univ.

Decline Squat Test 1

Decline Squat Test 2

Spanish Squat Lateral

Spanish Squat Anterior



Hack Squat

Hack Squat

Points Clés

- Si W avec contraintes maximales: EXC>ISOMETRIQUE>CONC
- La proprioception baisse avec le temps (au profit de vision), donc on doit être plus exigent avec les jeunes sportifs afin d'entretenir un bon schéma corporel (FNM+++)
- Rôle du moyen fessier et d'une inclinaison du tronc sur la stabilisation du genou
- Principes de Rééd/PEC (6 obj) post R-LCA chez un sportif de haut niveau
- Progression axiale est nécessaire mais insuffisante pour récréer des contraintes physiologiques (en 3D comme pour un tendon d'Achille)
- Rôle du Soléaire et intérêt sur la stabilisation du pied et genou (Tibia)
- Définition tendinopathie selon millar et 3 phases tendinopathie (continuum model)
- Retenir les 5 grandes catégories de rééd des tendinopathie (Iso, Hypertrophie, Force, Vitesse, Plio)

yocasin@sportmed.fr

« Offrez-moi un point d’ancrage et je vous ferai bouger la Terre… » Archimède

La thérapie active est la meilleure des stratégies pour que le tissu mou s’adapte sans cesse…: « Les mêmes causes intrinsèques provoqueront toujours les mêmes conséquences intrinsèques »

Préparez vous à bouger: « On ne rééduque les dysfonctions qu’en empêchant leur manifestation »

Rééduquons pour le mouvement, et non plus « par »

X
@YothePhysYo