

De l'école au troisième âge Comment protéger notre capital musculo-squelettique ?



Un vrai dialogue entre le muscle et l'os

ostéokines, les myokines et autres chimiokines

De l'école au troisième âge Comment protéger notre capital musculo-squelettique ?



« bien bouger pour bien vieillir »

L'exercice physique est-il perçu comme un facteur de **fragilisation** ou au contraire de **fortification** de la personne âgée ?

La pratique de l'activité physique ... **un paradoxe**

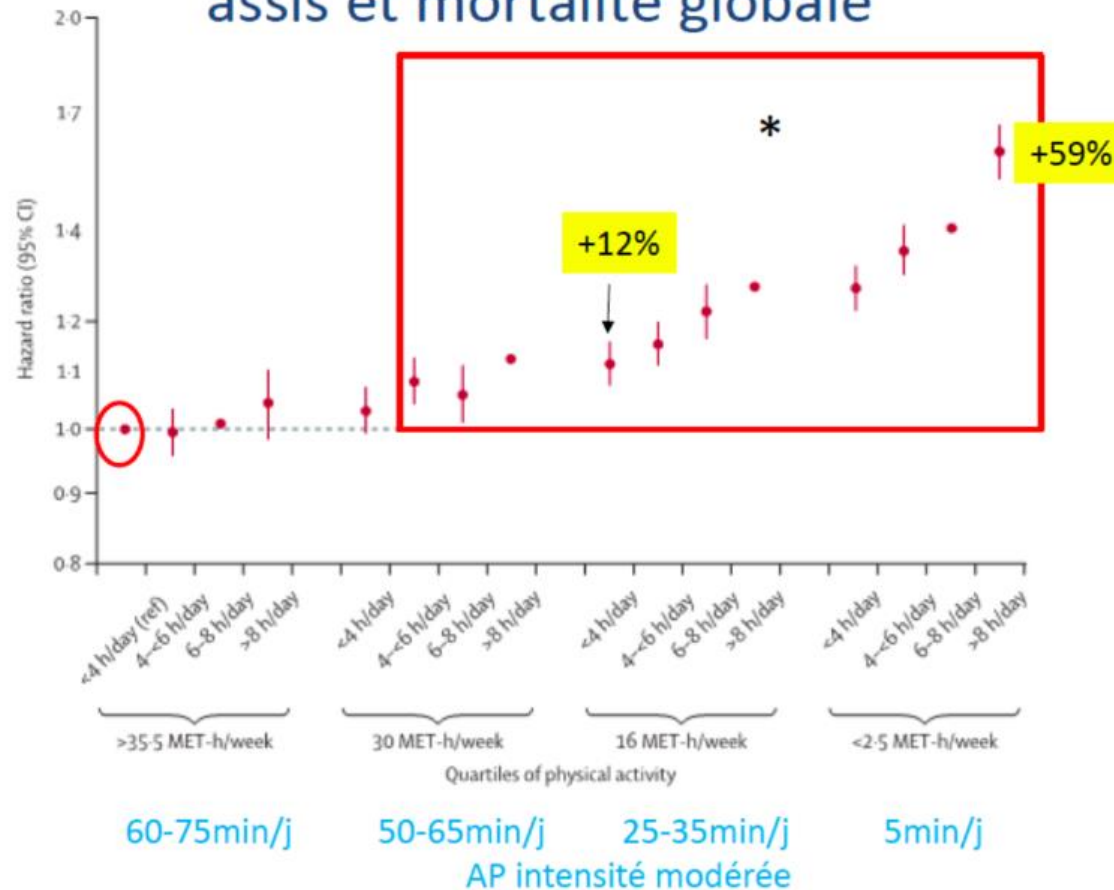
L'expérience de la pratique **physique amplifie la perception du processus de dégradation physique** en même temps qu'elle contribue à y résister et peut-être à repousser la sensation de vieillir.



Protection par l'activité sportive

Activité physique	MET
Activités physiques d'intensité légère	
Dormir	0,9
Regarder la télévision	1,0
Écrire à la main ou à l'ordinateur	1,8
Marche à 2,7 km/h, sans pente	2,3
Marche à 4 km/h	2,9
Activités physiques d'intensité modérée	
3 à 6	
Vélo stationnaire, 50 W, effort très léger	3,0
Marche à 4,8 km/h	3,3
Exercices à la maison (général), effort léger ou modéré	3,5
Marche à 5,4 km/h	3,6
Vélo de plaisance, <16 km/h	4,0
Vélo stationnaire, 100 W, effort léger	5,5
Activités physiques intenses	
> 6	
Course à pied, général	7
Pompes, redressements assis, effort élevé	8
Course à pied, sur place	8
Saut à la corde	10
Course à pied, >17,5 km/h	18

Méta-analyse sur association AP- temps passé assis et mortalité globale



**Sujet de la
semaine**



Capital musculo-squelettique et Activité physique



Organisation
mondiale de la Santé



Les enfants et les adolescents (5 à 17 ans) par semaine

- au moins **1 heure** d'activité physique **quotidienne**, d'intensité **modérée à forte**
- inclure des activités qui renforcent les muscles et les os à raison d'au moins **3 fois par semaine**.

Pour les enfants et jeunes gens de cette classe d'âge, l'activité physique englobe notamment le jeu, les sports, les déplacements, les activités récréatives, l'éducation physique ou l'exercice planifié, dans le contexte familial, scolaire ou communautaire...



Par semaine

Les adultes âgés de 18 à 64 ans devraient pratiquer au moins

- **soit 150 minutes d'activité d'endurance d'intensité modérée**
- **soit au moins 75 minutes d'activité d'endurance d'intensité soutenue**
- **soit une combinaison équivalente d'activité d'intensité modérée et soutenue**

L'activité d'endurance devrait être pratiquée par périodes d'au moins 10 minutes

.... mais idéalement , il faudrait doubler ces temps

Des exercices de renforcement musculaire faisant intervenir les principaux groupes musculaires devraient être pratiqués au moins deux jours par semaine.



Les seniors (65 ans et plus) par semaine

- **soit 2h30 d'activité physique d'intensité modérée**
- **soit 1h30 d'activité physique de forte intensité**
- **soit une combinaison équivalente d'activité physique d'intensité modérée à forte**

Pour les adultes de cette classe d'âge, l'activité physique englobe notamment les activités récréatives ou les loisirs, les déplacements (par exemple la marche ou le vélo), les activités professionnelles (si la personne travaille encore), les tâches ménagères, les activités ludiques, les sports ou l'exercice planifié, dans le contexte quotidien, familial ou communautaire.

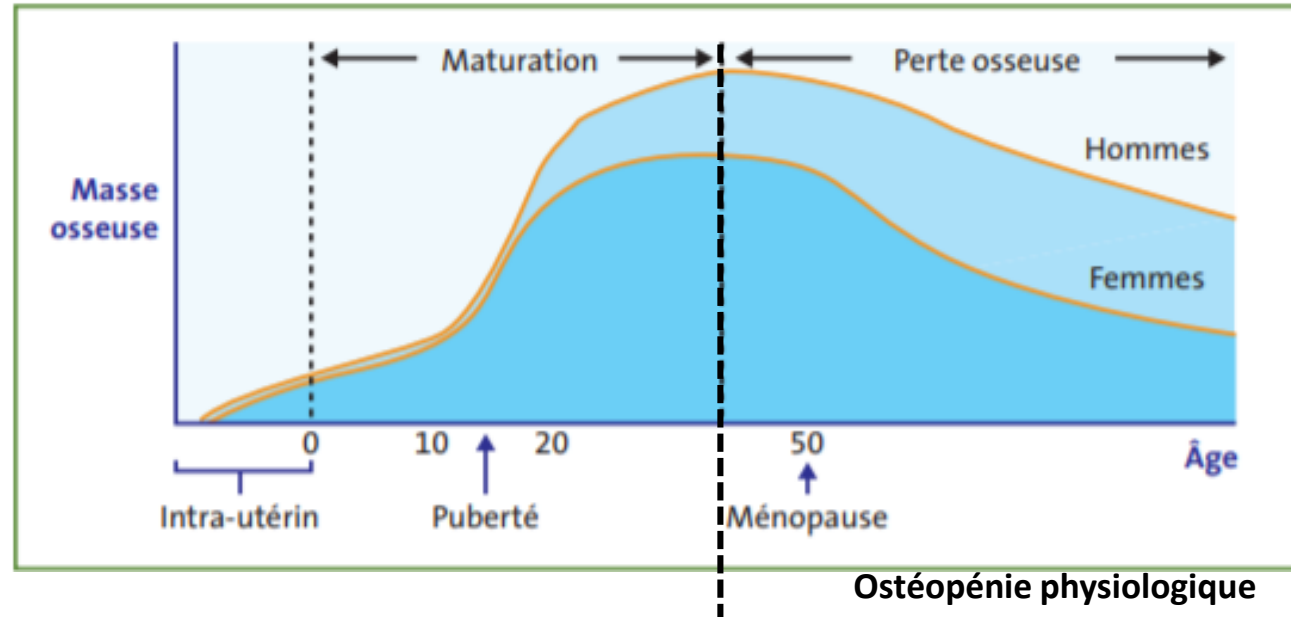


Aspect
OSSEUX



Aspect
musculaire

Evolution de la masse osseuse



Pic âge osseux : 40 ans

Chez l'homme
Chez la femme

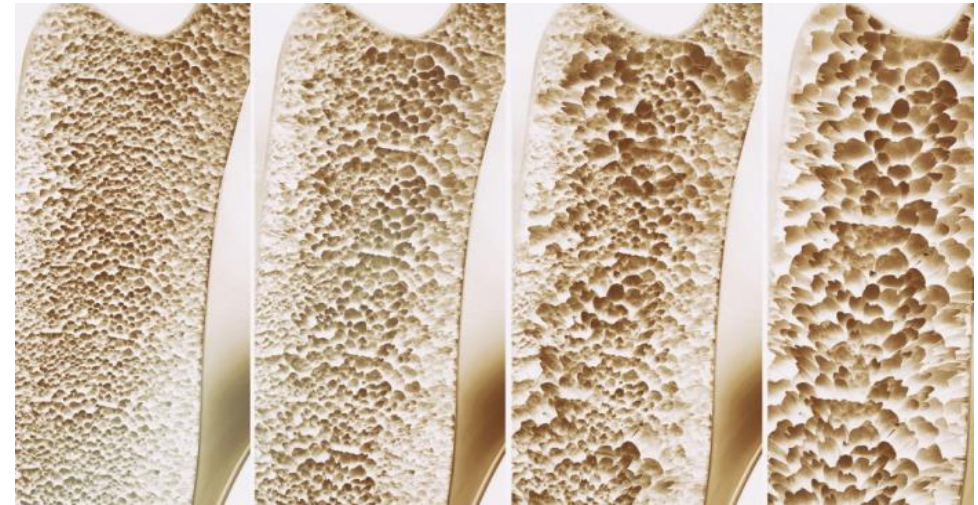
maturité osseuse entre 25 et 30 ans
maturité osseuse 20 à 25 ans

perte de 0,5% à 1% par an
perte de 2 à 2,5% par an

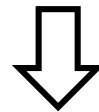
ostéopénie

Si on parle os

On pense à ostéopénie et puis ostéoporose



une maladie à **déterminisme** pédiatrique et à **révélation** gériatrique ?



activité physique : un déterminant ?

Remodelage osseux et activité physique

Sensibilité du tissu aux contraintes mécaniques

surtout pendant la croissance

- Influence sur le processus de **croissance longitudinale**
- Influence sur la **minéralisation osseuse**

Ulna et radius côté dominant **plus long** chez des joueurs de tennis ayant débuté pendant l'enfance

On a constaté par exemple des différences de **densité minérale osseuse (DMO)** de **10% à 15%** entre les deux bras chez les joueurs de tennis et de squash (Kannus et coll 1995).



Seuil des contraintes mécaniques

❑ Etude sur de jumelles homozygotes (van Langendonck et al, 2003)

entraînement ostéogénique
durée de 9 mois
10 minutes
3 fois par semaine

- pas de pratique d'activité ostéogénique ⇒ **pas d'effet sur la minéralisation osseuse du fémur**
- pratique activité ostéogénique ⇒ **effet bénéfique sur la minéralisation osseuse du fémur**

❑ Etude sur des enfants en surcharge pondérale (MacKelvie et al, 2002)

seuil de sensibilité aux impacts plus élevé (vu le surpoids)

Il faut donc adapter le programme aux caractéristiques de chaque enfant

Activité ostéogénique

Action des muscles (++)

50% de la variabilité

- du développement de la masse osseuse
- résistance osseuse (Schoenau et al 2002)

Action de la gravité (+)

impact



Déformation des structures osseuses



Stimulation de la minéralisation



Perte de masse osseuse de 11%
sur un séjour spatial

[Lang, et al., 2004, Vico, et al., 2000].

Sensibilité plus importante du tissu osseux aux contraintes pendant la période de croissance

Turnover osseux particulièrement élevé (Turner , Robling 2005)

Deux types d'activités

➤ weight-bearing activities

Gymnastique, athlétisme basketball , tennis



➤ non weight-bearing activities

Natation , water-polo

Effet sur : - macro architecture (corticale)
- micro architecture (os trabéculaire)

Musculation et adolescence

Dangereuse

mais souvent

- ✓ entraînement trop intensif
- ✓ manque de récupération
- ✓ un repos insuffisant
- ✓ mauvaise technique d'exécution
- ✓ alimentation inadaptée

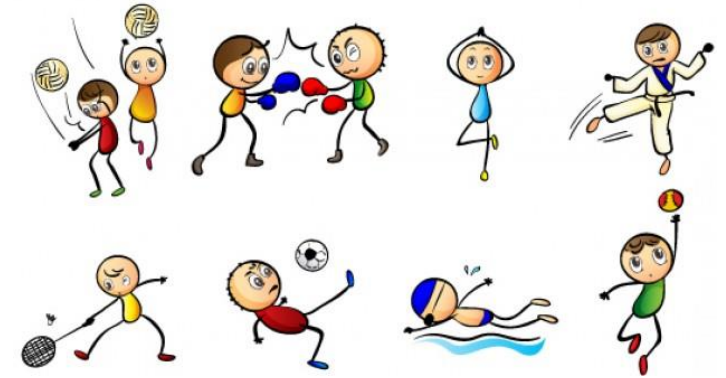


Hormones à leur plus haut niveau

Gain important

Effets délétères d'une pratique sportive intensive sur la croissance et la minéralisation osseuse

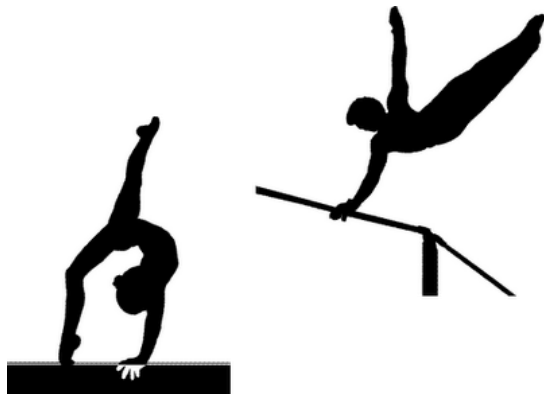
- ❖ Spécialisation précoce
- ❖ Entraînement intensif > 20h/sem



Ralentissement de la croissance → à terme une taille adulte inférieure

Etudes sur les gymnastes

- les jeunes gymnastes sont habituellement plus petites et plus légères (Claessens et al., Courteix et al., Bass et al)
- la ménarche est retardée d'un à deux ans au minimum (Peltenburg et al., Claessens et al., Weimann, Thomis et al.)
- âge osseux est également plus faible pour un âge chronologique donné (Bass et al., Weimann et al., Maïmoun, Thomis et al.)



Mais si on en fait de trop

Effet délétère de trop d'activité physique



influence de l'entraînement sur le statut hormonal



diminution de la densité osseuse

seuil entre 60 et 80 kms par semaine chez l'homme

seuil entre 40 à 60 kms chez la femme (Guezennec, et al., 1998)

Reconnaitre son niveau d'activité



- **Activités sédentaires**
 - pas d'essoufflement
 - pas de transpiration
 - effort ressenti sur une échelle de 0 à 10 : < 2
- **Activités de faible intensité**
 - pas d'essoufflement
 - pas de transpiration
 - effort ressenti sur une échelle de 0 à 10 : 3 à 4
- **Activités d'intensité modérée**
 - essoufflement modéré
 - conversation possible
 - légère transpiration
 - effort ressenti sur une échelle de 0 à 10 : 5 à 6
- **Activités d'intensité élevée**
 - essoufflement marqué, conversation difficile
 - transpiration abondante ;
 - effort ressenti sur une échelle de 0 à 10 : 7 à 8
- **Activités d'intensité très élevée**
 - essoufflement très important
 - conversation impossible
 - transpiration très abondante
 - effort ressenti sur une échelle de 0 à 10 : > 8

Activité physique et l'intensité



Intensité	Exemples
Sédentaire	<ul style="list-style-type: none">▪ Regarder la télévision▪ Lire, écrire, travail de bureau (position assise)
Faible	<ul style="list-style-type: none">▪ Marcher (< 4 km/h)*▪ Promener son chien▪ Conduire (voiture)▪ S'habiller, manger, déplacer de petits objets▪ Activités manuelles ou lecture (debout)
Modérée	<ul style="list-style-type: none">▪ Marcher d'un bon pas, c'est-à-dire avoir une allure d'environ 100 pas par minute ou de 4 à 6,5 km/h)*,▪ Course à pied (< 8 km/h)*▪ Vélo (15 km/h)*▪ Monter les escaliers (vitesse faible)▪ Nager (loisirs)▪ Jouer au tennis
Élevée	<ul style="list-style-type: none">▪ Marche (> 6,5 km/h ou en pente)*, course à pied (8 à 9 km/h)*, vélo (20 km/h)*▪ Monter rapidement les escaliers▪ Déplacer des charges lourdes
Très élevée	<ul style="list-style-type: none">▪ Course à pied (9 à 18 km/h)*▪ Cyclisme (> 25 km/h)*▪ Saut à la corde

Type d'entraînement pendant la croissance

➤ Entraînement modéré

- Programme 3 fois par semaine
- 10 à 12 minutes d'exercices par jour
- Exercices avec impacts (3,5 à 5 G)

MacKelvie et al (2002)

Effet à 7 mois

Accrétion osseuse de 1 à 3%

Effet à 20 mois

Accrétion osseuse de 2 à 6%

➤ Entraînement plus intensif

- Exercices avec impacts (8 G)

Fuchs et al (2001)

- Séances plus longues

McKay et al (2000)

Valdimarson et al 2006

Effet à 10 mois

Accrétion osseuse de 5%



A savoir chez l'enfant

Contraintes mécaniques **variées**
supérieurs à **3 ou 4 G**
différentes des contraintes **habituelles**

Enfant pré-pubère **stade I** de Tanner
en début de puberté **Stade II et III**

Efficacité plus faible d'une activité physique ostéogénique
chez les adolescents en fin de puberté (**stades IV et V de Tanner**)

	Femme			Homme		
I					mL ③	cm ↕ 2.5
II					④	↕ 2.5-3.2
III					⑩	↕ 3.6
IV					⑩	↕ 4.1-4.5
V					⑩	↕ >4.5

CC-BY-SA WMS M. Komorniczak

Plus la **direction** des contraintes varient plus l'activité est ostéogénique

L'activité ostéogénique reste **site spécifique**

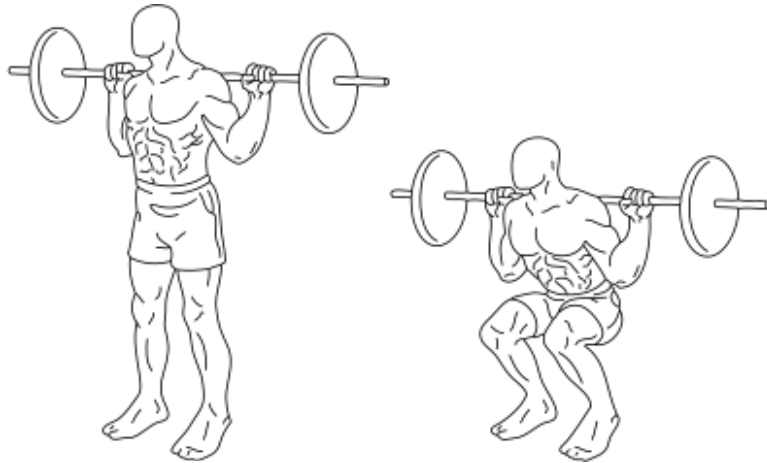
crâne chez le gymnaste (Courteix et al 1999)

bras non dominant chez le joueur de tennis (Haapasalo 2000)

Et pour l'adulte ?

Types de sports

❑ Contraintes statiques



squat



Effets

type de contraintes moins ostéogénique car les cellules osseuses se désensibilisent lorsque la stimulation mécanique est prolongée.

Types de sports

□ **Contraintes dynamiques**



type de contraintes plus ostéogénique car les cellules osseuses sont sans cesse sensibilisées.



activités sportives dites « à impacts » induisent des contraintes répétées mais de courte durée, comme la course à pied, le tennis, les sports collectifs terrestres, les disciplines de saut, la gymnastique

❑ **Les sports non en charge ou « véloces »**



DMO plus faibles que les sports en charge ou à impacts [A. Andreoli, et al., 2001, Heinonen, et al., 1995, Magkos, et al., 2007, Nichols, et al., 2003]

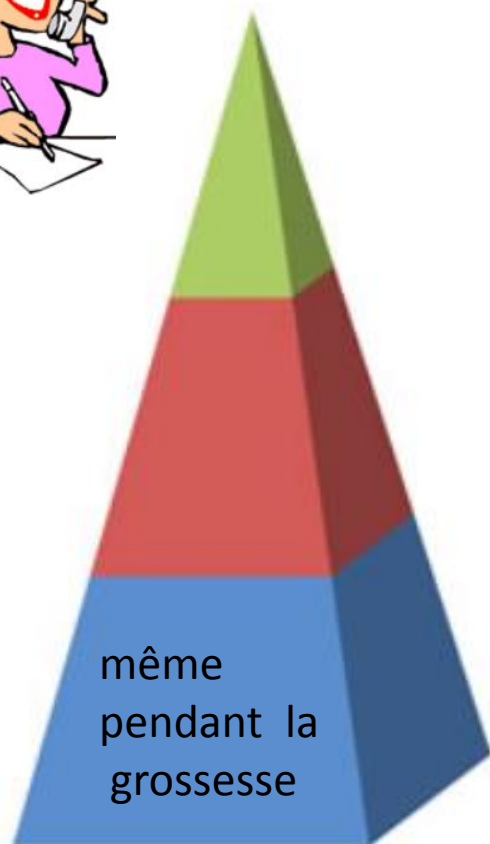
L'idéal pour un adulte

Activité physique et nombre de pas par jour

Classification du mode de vie	Nombre de pas par jour
Sédentaire	< 5'000
Peu actif	5'000 - 7'499
Modérément actif	5'000 - 9'999
Actif	10'000 et plus
Très actif	12'500 et plus



L'idéal pour un adulte



Pyramide de l'exercice

■ **Activité physique supplémentaire**

■ **Endurance : 3/sem (20 à 30 minutes)
Musculature et souplesse : 2/sem**

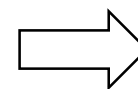
■ **30 minutes activité modérée**

- **soit dans les AVJ**

marche, montée d'escaliers

- **soit sous forme de sport**

course à pied, footing, cyclisme, sports collectifs, danse, natation, activités de fitness), en extérieur ou en intérieur



Fractionnement possible par tranches de 10 minutes



Quel type d'activité pour le troisième âge ?

Activités les plus ostéogéniques possibles

Impacts au sol

- ❖ Danse rythmique
- ❖ Gymnastique dynamique
- ❖ step

Activités musculaires de tirage

⇒ Plus de déformations osseuses

Activités moins ostéogéniques

- ❖ Natation
- ❖ Vélo

Effet du renforcement musculaire

Taaffe et al

- Femmes âgées de 65 à 69 ans
- Durée de 52 semaines
- 3 fois par semaine

3 groupes

groupe témoin

groupe travail musculation haute intensité (80% RM)

groupe travail musculation faible intensité (40% RM)



Seul à assurer le maintien de la DMO

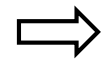


Stimulation **intense** du quadriceps



augmentation de la DMO du col du fémur (Zehnacker CH et al)

Stimulation **intense** de l'ilio-psoas



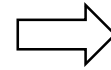
augmentation de la DMO de la colonne lombaire (Gutin P et al)



Durée du programme

Efficacité d'un programme intense de **6 semaines** Paillard T et al

Femmes de 62 à 75 ans
300 marches escaliers
4 fois/semaine

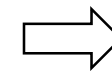


pas de modification de la DMO | du col du fémur
de la colonne lombaire

La durée optimale d'un programme d'exercices significatif en termes de remodelage osseux se situe entre 4 et 6 mois Banaouiti et al

Si programme **plus long** : pas nécessairement d'amélioration supplémentaire McCartney et al

Femmes de 60 à 80 ans
Musculature forte intensité
2 périodes de 42 semaines
10 semaines de repos entre les 2 périodes



pas de modification de la DMO
de la colonne lombaire



Fréquence des séances

2 séances hebdomadaires pour lutter contre la déminéralisation osseuse

plus de 2 séances hebdomadaires pour augmenter la minéralisation osseuse

Réflexion sur la marche



Contraintes mécaniques



Induction ostéogénique faible



➔ Peu d'efficacité pour lutter contre la **diminution** de la DMO **chez la femme ménopausée**

Leung KS et al 2014

Gutin B et al 1992



➔ Pas d'augmentation de la DMO chez **des sujets masculins de plus de 60 ans** mais elle la **stabilise**

Paillard T et al 2004

Quel type de marche

Trois groupes de femmes ménopausées (Hatori et al 2004)

- Groupe contrôle (12)
 - ➔ **Evolution de la DMO lombaire -1,7%**
- Groupe valeur fréquence cardiaque inférieur au seuil anaérobie (9)
 - ➔ **Evolution de la DMO lombaire -1,0%**
- Groupe valeur fréquence cardiaque supérieur au seuil anaérobie (12)
 - ➔ **Evolution de la DMO lombaire +1,1%**

Quel type de musculation ?

Littérature contradictoire

Si uniquement renforcement intense ➡ **Impacts élevés en compression et traction**

Deux groupes de femmes âgées (Haltori et al)

- 2 entraînements par semaine
- durée 1 an
- renforcement musculaire ilio psoas
pelvitrochantériens
érecteurs du rachis

Groupe témoin (19) **Evolution de la DMO lombaire et fémoral**

↓ ↓
-1,8% **-2,5%**

Groupe actif (20) **Evolution de la DMO lombaire et fémoral**

↓ ↓
1,0% **0,9%**

Capital osseux de l'adolescence au troisième âge ?

Tout cela persiste t'il avec l'âge ?

Baxter-Jones AD et al d. 2008

154 sujets (82 femmes et 72 hommes)

- Adolescents actifs
- Adolescents moyennement actifs
- Adolescents inactifs

Résultats :

Adolescents actifs

Hommes 8 à 10% de densité osseuse supérieure au niveau de tout le corps, de la hanche et du col du fémur

Femmes 9 à 10 % de densité osseuse supérieure au niveau de la hanche et du col du fémur

Ces résultats suggèrent que les bénéfices squelettiques de l'activité physique chez les adolescents sont maintenus jusqu'au début de l'âge adulte.

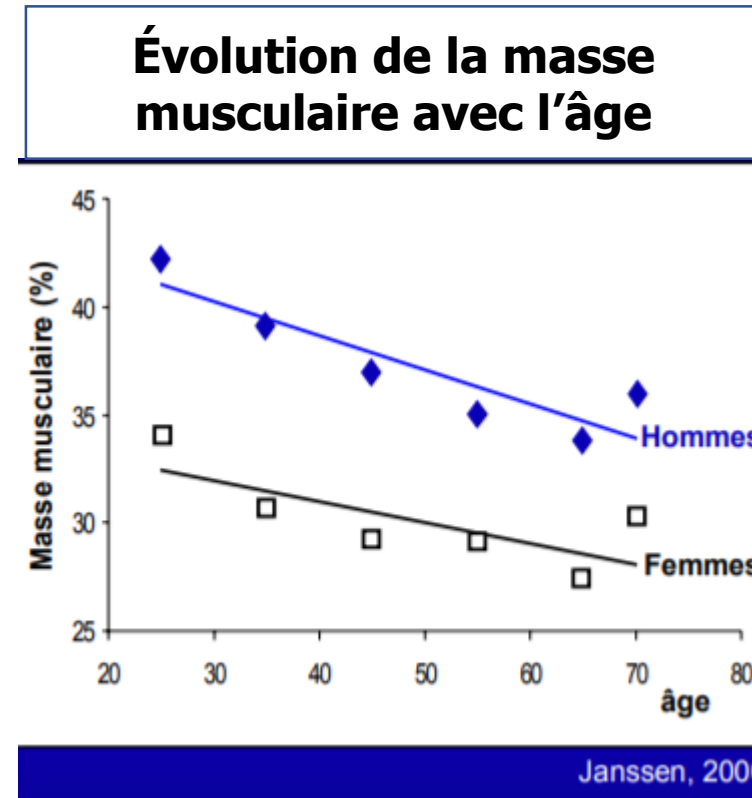
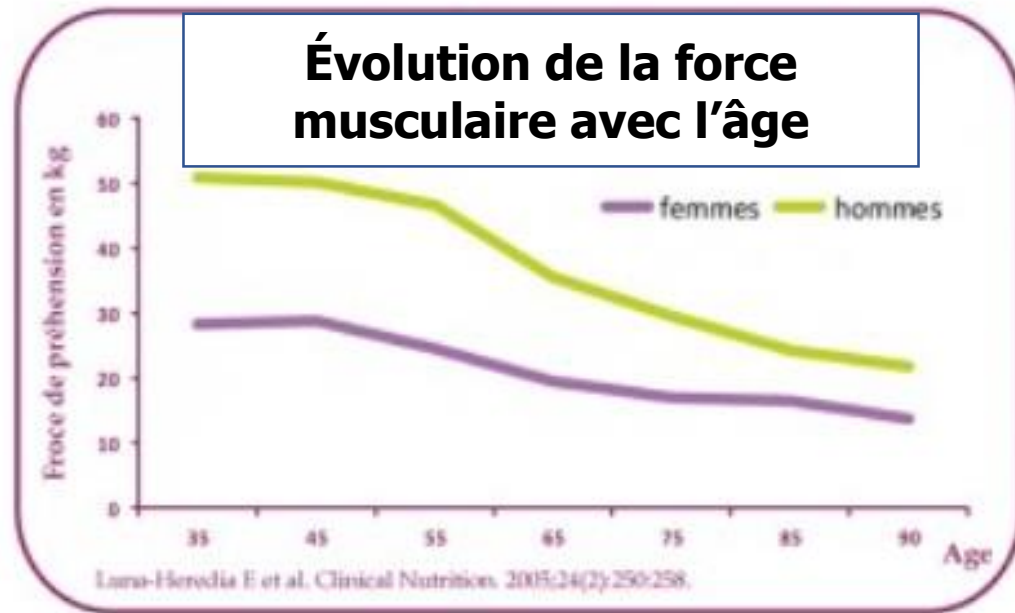


Aspect
osseux



Aspect
musculaire

Il faut agir rapidement



Consensus européen EWGSOP

- présarcopénie ⇒ Diminution de la masse musculaire

- sarcopénie ⇒ Diminution de la masse musculaire
Diminution de la force musculaire
Diminution des performances

- sarcopénie sévère ⇒ Diminution de la masse musculaire
Diminution sévère de la force musculaire
Diminution sévère des performances

Comment détecter la sarcopénie ?

⇒ Mesure de la vitesse de marche

- Vitesse inférieure à 1m/sec sur 6 mètres (3,6km/h)
- Vitesse inférieure à 0,8m/sec sur 4 mètres (2,88km/h)

⇒ Mesure de la force de préhension (Hand grip)

- 20 kg pour les femmes
- 30 kg pour les hommes



⇒ Mesure de la force de préhension (Hand grip)

- Par bio-impédancemétrie
- Par absorption biphotonique à RX



Sarcopénie : modification de la structure du muscle

Fibres de type I

fibres rouges, à contraction lente, génèrent **peu de force** mais présentent une **grande endurance**

fibres de type II

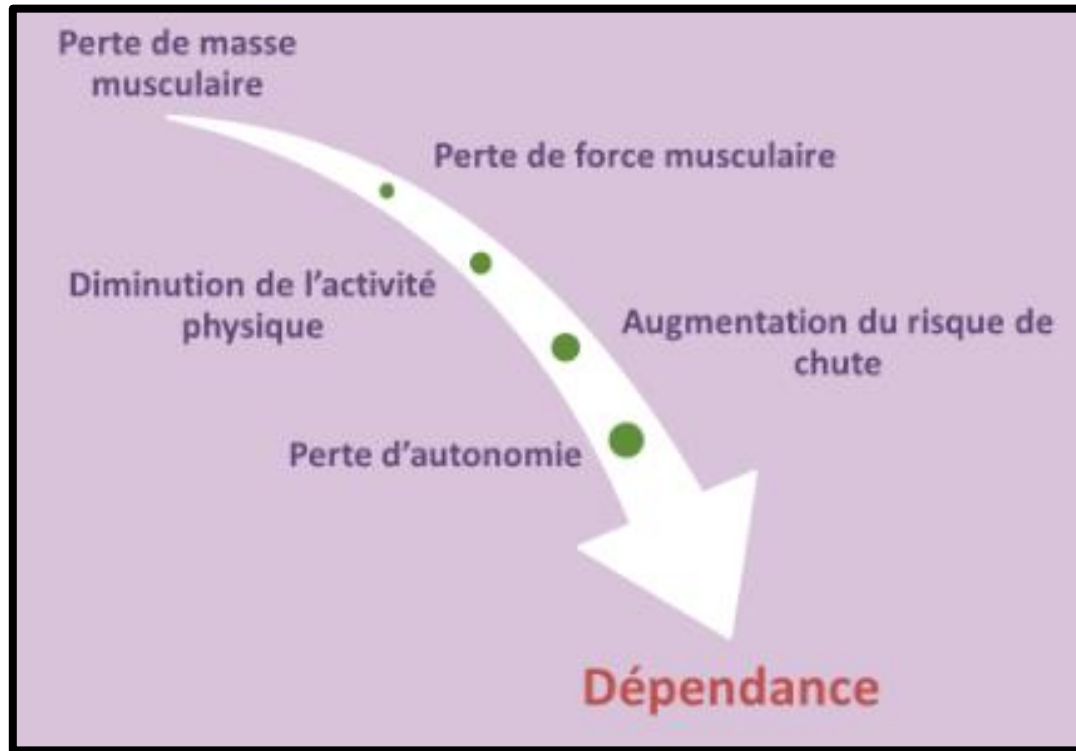
fibres blanches, à contraction rapide, permettent **une grande vitesse de contraction** mais sont **peu résistantes à la fatigue**



Ces modifications se traduisent par une réduction de la force musculaire malgré un certain degré de préservation de l'endurance.

Pourquoi cette sarcopénie ?

1 protéines musculaires



Flux de synthèse
des protéines musculaires

protéosynthèse

Flux de dégradation
des protéines musculaires

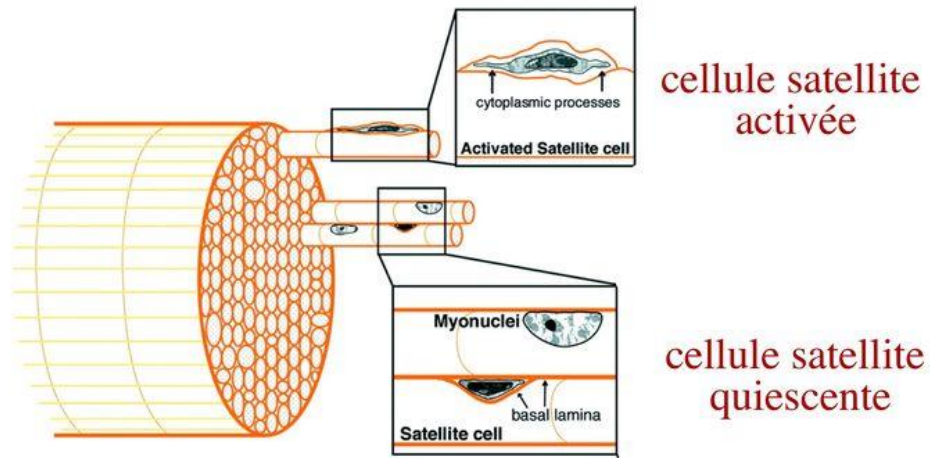
protéolyse

2 population des cellules souches myogéniques

diminution

L'histoire du muscle à travers les **cellules satellites**

Découvertes en 1961 par Mauro



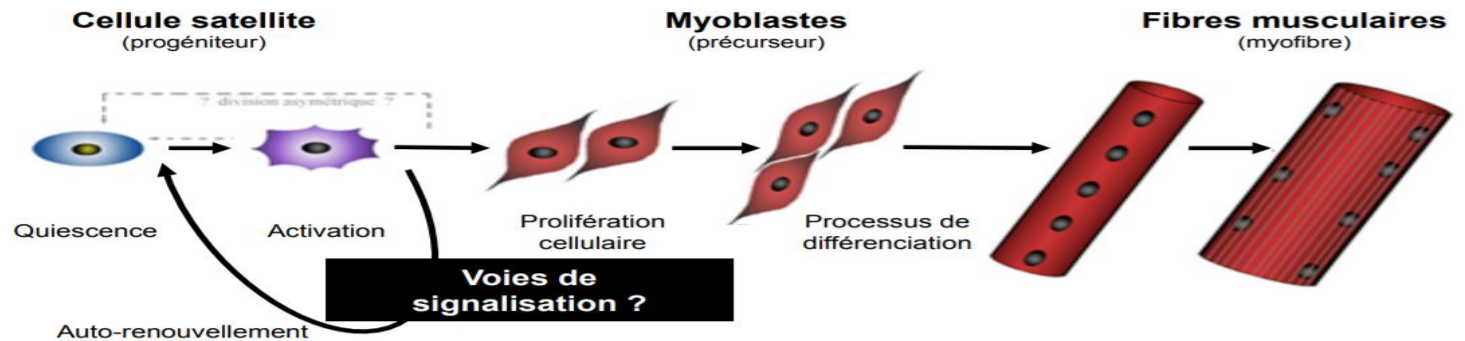
Cellules satellites quiescentes



Cellules satellites activées

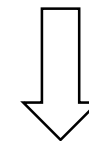
nouveaux myonucléus

Cellules satellites quiescentes



les cellules satellites

(Verdijk LB et al; Satellite cells in human skeletal muscle; from birth to old age 2014)



Myogenèse normale

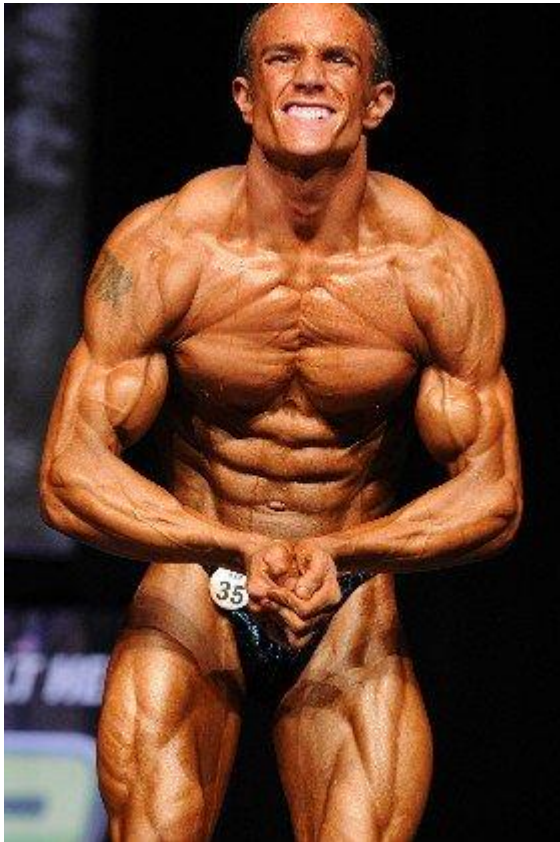


Chez l'enfant

- ❑ hypertrophie étendue des fibres musculaires
- ❑ augmentation concomitante du nombre nucléaire



diminution relative du nombre de cellules satellites.



A l'âge adulte

les cellules satellites sont essentielles :

- à la maintenance
- à la réparation
- à l'hypertrophie

du tissu musculaire squelettique



Chez la personne du troisième âge

atrophie spécifique des fibres musculaires de type II

Diminution du contenu des cellules satellites
et/ou

Diminution du fonctionnement des cellules satellites

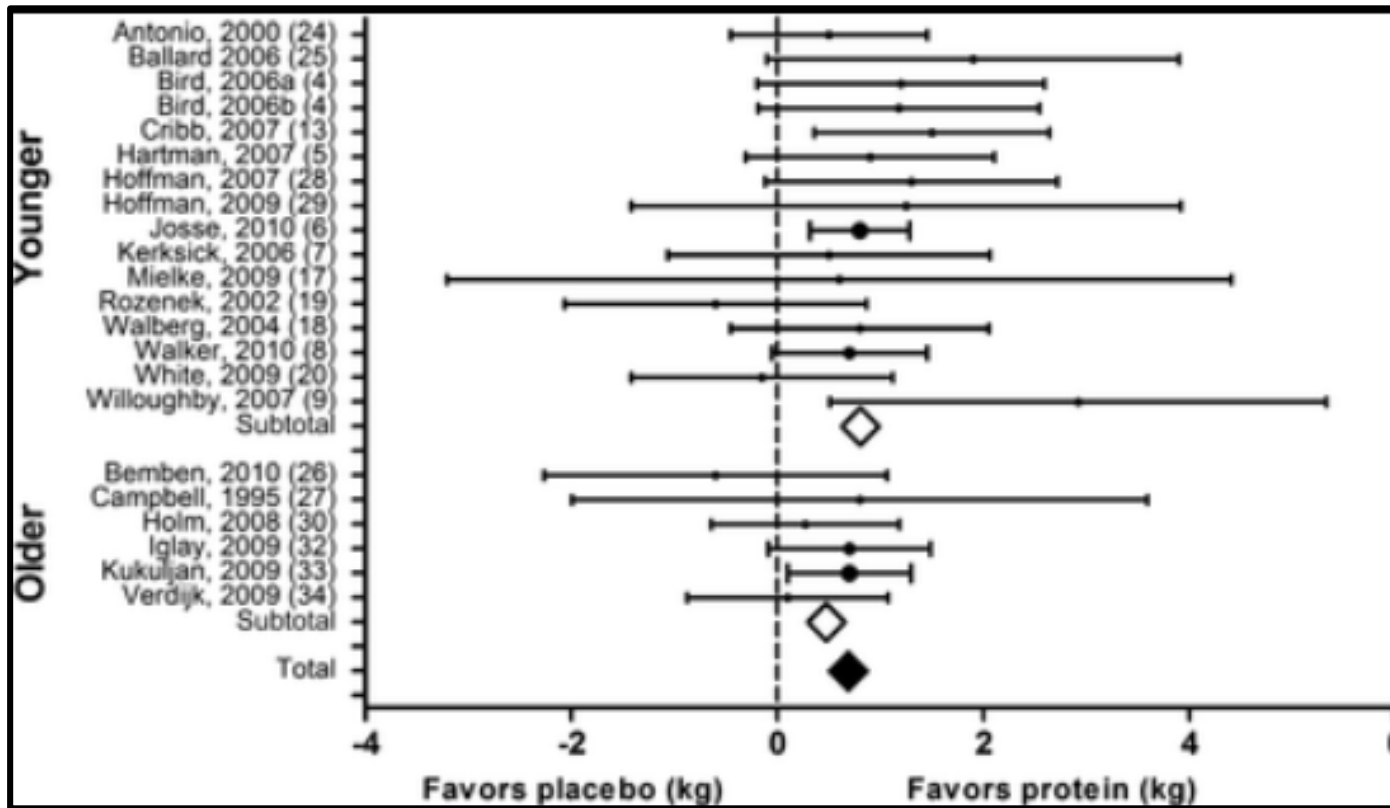


perte de masse musculaire avec le vieillissement.

La meilleure stratégie

Activité physique et protéines

l'exercice physique stimule aussi la synthèse musculaire → les protéines renforcent cet effet



Gain de masse musculaire
Gain de force musculaire

est-il trop tard pour s'y mettre ?

Rondanelli M et al. 2016

étude en double aveugle versus placebo réalisée chez 130 sujets âgés avec **sarcopénie validée**

Un groupe : activité physique adaptée à raison de 20 minutes par jour et de 5 séances par semaine
supplément contenant des protéines de lactosérum, enrichi en acides aminés dont la leucine et en vitamine D

Un groupe : même entraînement à raison de 20 minutes par jour et de 5 séances par semaine
supplément placebo.

Durée de **12 semaines**

Résultats : augmentation de la masse musculaire
augmentation de la force musculaire
amélioration de la qualité de vie et l'autonomie

En résumé :

Fréquence : 2 à 3 /semaines

Durée : 12 semaines minimum (12 à 25 semaines)

Intensité : haute intensité à privilégier car hypertrophie musculaire toujours présente **80% 1 RM**;
Pour les sujets âgés fragiles ; 40-60% 1-RM le gain de force possible en augmentant les répétitions

mais durée plus longue → baisse de motivation

Réalisation de 10-15 répétitions de 8 à 10 exercices

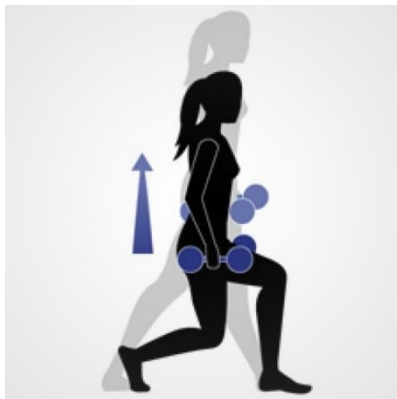
Types d'exercice : flexion/extension debout;

élévation latérale de jambe;

levé de chaise;

levé de genoux debout ou assis;

exercices isométrique des quadriceps,....



Exercices aérobies

impact sur le métabolisme



réduction du stress oxydatif

- ❖ 30 minutes d'exercices d'intensité modérée à élevée
- ❖ 5 fois par semaine
- ❖ Durée minimale de 10 minutes



Quel type d'exercices

endurance	Renforcement musculaire	équilibre	souplesse
Marche Vélo Danse Natation	Musculation theraband	Exercices conventionnels Tai Chi	stretching

↑ Capacité aérobie

↑ Masse musculaire
↑ Force
↑ DMO

↓ chutes

↓ Risques de lésions

En conclusion

- Favoriser des exercices physiques réguliers et adaptés, de préférence en charge et en résistance ;
- Assurer un apport protéique global adéquat chez les seniors ;
- Favoriser l'ingestion des protéines à digestion rapide comme celles du lactosérum du lait ;
- Augmenter l'apport en certains acides aminés comme la leucine ;
- Inclure dans la stratégie de prévention et de prise en charge la notion d'unité os/muscle avec dans le volet nutritionnel des nutriments tels le calcium, la vitamine D.