



Les lombalgies du sportif De l'épidémiologie à la prise en charge

DR LE BLAY * S PINON * P QUESADA JP VALERO ** A PUJOL** X BAGNOL** DR FIERE***

***CENTRE ORTHOPEDIQUE SANTY – 69008 LYON**

****CENTRE MEDICO CHIRURGICAL ET DE READAPTATION DES MASSUES – LYON**

DIU de Pathologie Locomotrice liée à la Pratique du Sport
Séminaire de Lyon 22-23 Mars 2018

34 millions de personnes (64% de la population)
déclarent une activité soutenue au moins 1 fois par
semaine en 2010

42% plus de 1 fois par semaine

22% 1 fois par semaine

La marche de loisir est la plus pratiquée suivie de la
natation le vélo et la course à pied

Lefèvre stat-info 2010

15 millions de licenciés

167 000 clubs ou associations sportives

Football: 2,2 millions

Tennis : 1,12million

Équitation: 700 000

Judo: 600 000

Basket et hand : 500 000

Rugby : 450 000

Golf : 420 000

9% des personnes de plus de 15 ans
déclarent 1 accident de sport dans les
12 derniers mois

74% ont eu recours à leur médecin

19% ont été hospitalisés

28% ont cessé leur activité
(professionnelle ou scolaire)

Les accidents surviennent plus pour les sports d'équipe:

Rugby 28%

Hand 15%

basket 14%

Football 13%

Sport de combat – sports de glisse 4%

Sport de raquette 3%

Accidents de sports d'hiver

150 000 personnes accidentées chaque année en France dont 95% sur piste

30% sont les entorses du genou dont 1/2 sont des entorses graves

16 000 ruptures du LCA / an

Pas de chiffre sur la colonne mais souvent des tassements vertébraux lors des chutes sur glace ou sur collision

10 à 15 % de la traumatologie du sport concerne la colonne

Le sport est la 3ème cause de traumatisme de la colonne après les accidents de 2 roues et les chutes

Relation entre sport et lombalgies

Travail de RIBAUD en 2013

Annals of physical and rehabilitation
medecine

2853 articles – 121 retenus

13 articles traitent de la relation
lombalgie et sport pratiqué

La natation :

Seul le papillon risque d'augmenter les lombalgies en augmentant le risque de lyse isthmique

Nyska –spondylolysis as a cause of low back pain in swimmers 2000 Int J Sports Med

Pas de différence entre une population de nageurs en compétition et de nageurs en loisir sur les lombalgies

Tennis:

Risque de protrusion discale

Perkins Musculoskeletal injuries in tennis –Phys Med Rehabil Clin N Am 2006

Pas de différence entre 245 sujets non joueurs et 388 joueurs de tennis amateurs pour le risque de lombalgies

Saraux –are tennis players at increased risk for low back pain and sciatica-Rev Rhum Eng Ed 1999

Equitation:

Le risque de blessure est de 35,7 pour 100 000 cavaliers

19% sont des lombalgies
(contusion/tensions musculaires)

Thomas –Br J Sports Med- 2006

Incidence élevée 72% chez les cavaliers professionnels

Kraft Sportverletz Sportschaden-2007

Golf:

L'incidence des blessures lombaires liées au golf amateur est de 15 à 34%

Et de 22 à 24% chez le golfeur pro

McHardy- J Chiropr Med- 2005

Sur une étude prospective de 1 an de 196 golfeurs débutants Burdof a montré qu'il n'y a pas de relation entre pratique du golf et lombalgie

Burdof Am J Sports Med 1996

Facteurs prédictifs de lombalgies au golf

Mauvais échauffement

Port du sac

Mouvements répétés et intensifs

Mauvaise technique

Parziale 2002 a montré qu'une réduction du back swing permet de diminuer les douleurs sur une pop de 145 patients 98% ont repris sans douleur

Parziale Healthy swing: a golf rehabilitation model Am J Phys Rehab 2002

Sport Elite

- La lombalgie est 2 fois plus fréquente chez les sportifs d'élite que dans la population témoin (Sward)
- Les sports impliqués sont haltérophilie tennis football gymnastique (Bontoux)
- Dans une population d'athlétisme équipe de France les lombalgies sont plus fréquentes chez les sauteurs puis les sprinteurs alors que pour les coureurs de 1/2 fond la prévalence est la même que pour la population témoin (Bouvat)

Facteurs de risque :

pratique intense d'un sport débuté précocement

certaines mouvements en hyper-extension et en rotation induisent le risque de lyse isthmique (gymnastique, cricket)

certaines habitudes d'entraînement : squat

ELEMENTS MECANIKES
ELEMENTS SOCIOPROFESSIONNELS
ELEMENTS PSYCHOLOGIQUES

MODÈLE BIO PSYCHOSOCIAL DE WADDELL
2000

Chirurgien orthopédiste écossais qui a rejeté le modèle
cartésien douleur = lésion tissulaire

ELEMENTS MECANIKUES

Le disque intervertébral

2 problèmes

La discopathie

La hernie discale

Discopathies:

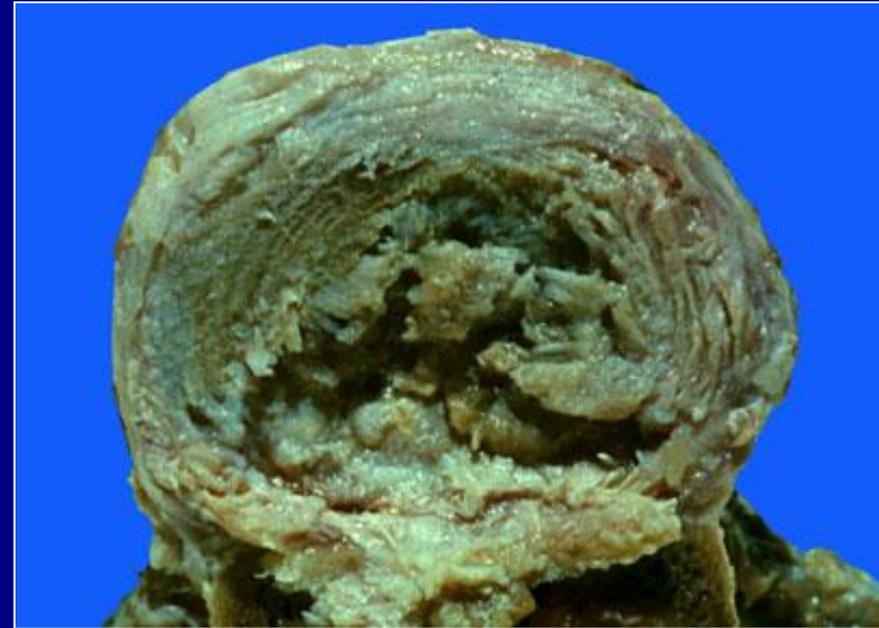
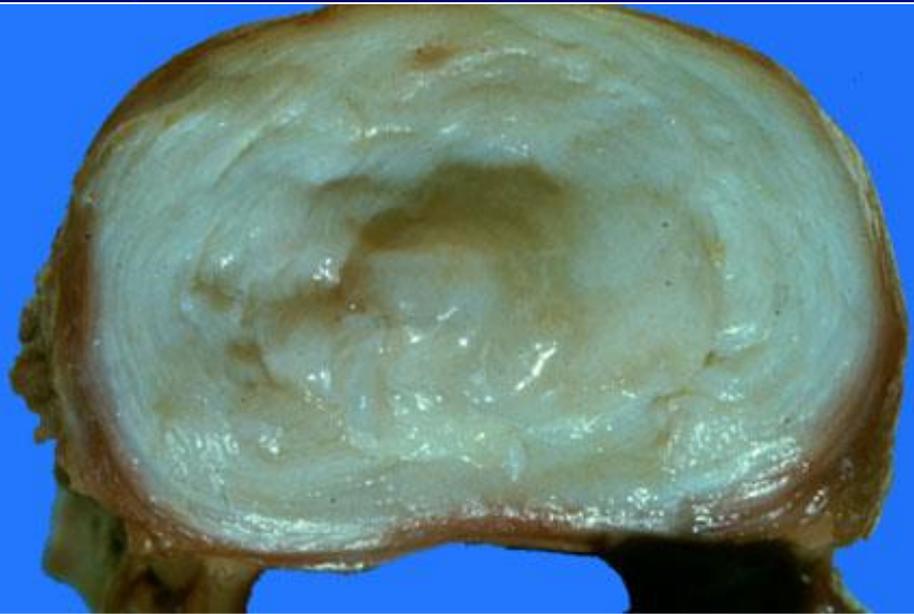
Très fréquentes

Le disque est composé à 98% d'eau et le reste de MPS

2 fonctions principales : amortisseur de contraintes

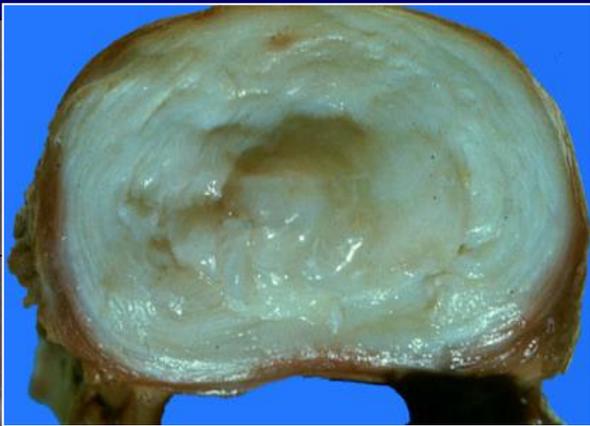
puissant ligament assurant la stabilité intervertébrale

Les discopathies apparaissent précocement et évoluent vers la discarthrose



Aspect d'un disque normal

Aspect d'un disque
dégénéré



✓ Disques IV



Après 50 ans : vieillissement dans 97% des cas

(Miller JA. Spine 1988)

Classification IRM de Modic (1988) en 3 stades

Stade 1 : Hyposignal T1, Hypersignal T2

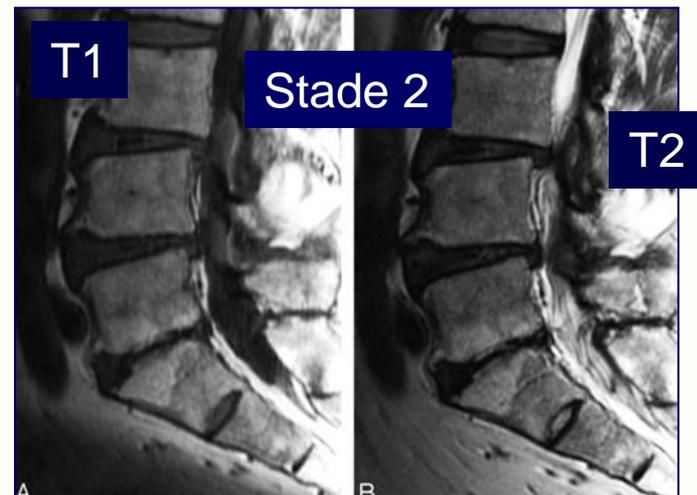
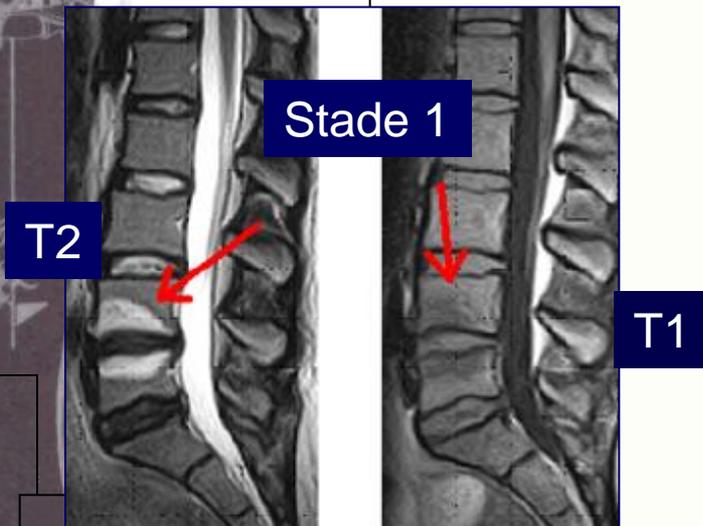
→ réaction inflammatoire, hypervascularisation

Stade 2 : Hypersignal T1, Hypersignal T2

→ involution graisseuse de la moelle

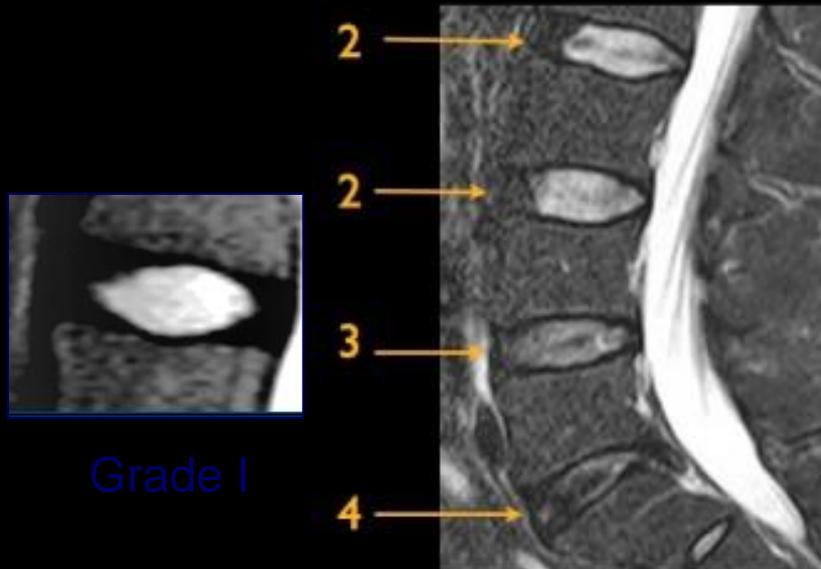
Stade 3 : Hyposignal T1, Hyposignal T2

→ fibrose et hyperostose



CLASSIFICATION DE PFIRMANN

GRADE	NUCLEUS STRUCTURE	Distinction Nucléus/ Annulus	SIGNAL Intensity	DISK HEIGHT
I	Homogeneous, white	Clear	High	Normal
II	Inhomogeneous +/- gray line	Clear	High	Normal
III	Inhomogeneous, gray	Unclear	Intermediate	No to slight decrease
IV	Inhomogeneous, gray or black	Lost	Intermediate/Low	No to moderate decrease
V	Homogeneous, black	Lost	Low	Collapsed



Grade I

Pfirmann Spine 2001



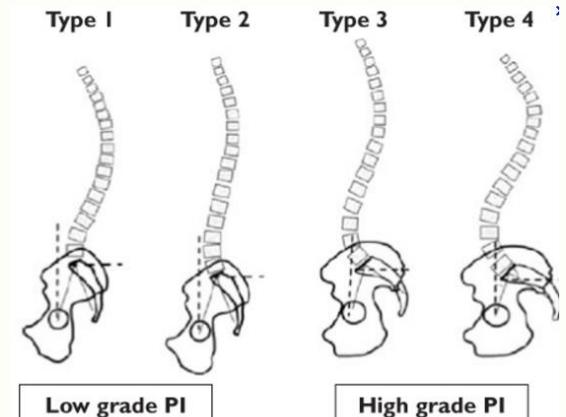
Facteurs de risque de dégradation discale

Mécaniques: travaux d'Osti sur l'aggravation d'une fissure et migration de matériel discale-Osti Spine 1990

Chimique: réaction inflammatoire avec libération par le disque de phospholipase A2 ,de Métalloprotéases, de Nitric Oxyd –Rannou J Cell Biocem 2003

Génétique: association entre discopathie et anomalies du collagène de type II et IX – Annunen Science 1999

Anatomiques: les dos à incidence faible ont un risque- Fièrre de discopathie sévère plus Eur Spine J 2001



Hernies discales

Le pic de fréquence est entre 25 et 35 ans

Situations d'urgence sont :

Sciatique hyperalgique

Sciatique déficitaire

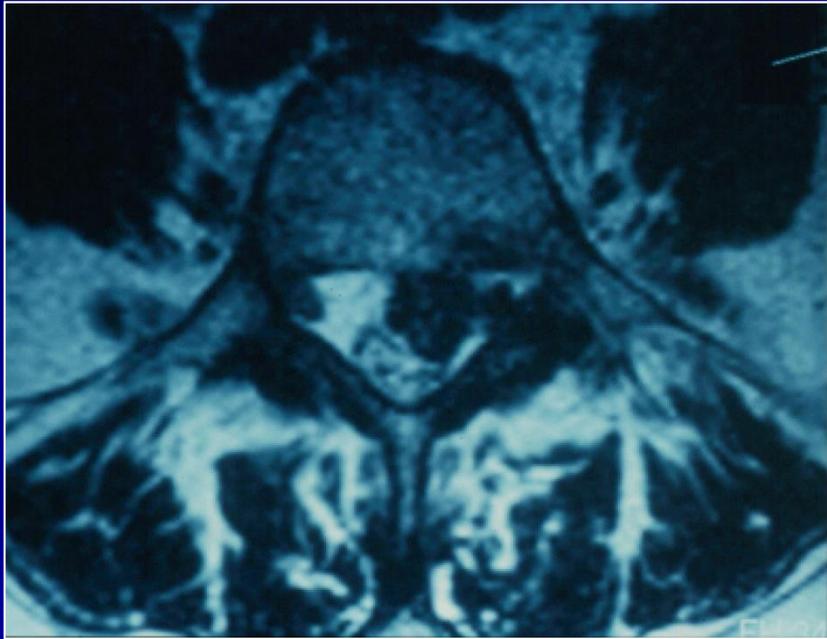
Syndrome de la queue de cheval avec radiculalgies bilatérales, déficits périphériques et troubles vésicosphinctériens

BERNAY Patrick
1962-12-23
[m:26

IRM LYON MERMOS
2007-07-24 14:23:00



5 cm



Les tableaux cliniques sont:

Compression de la racine L4 : hernie L3L4

Douleur à la face antérieure de la cuisse et hypoesthésie, parésie du quadriceps, diminution du réflexe rotulien

Compression de la racine L5: hernie L4L5

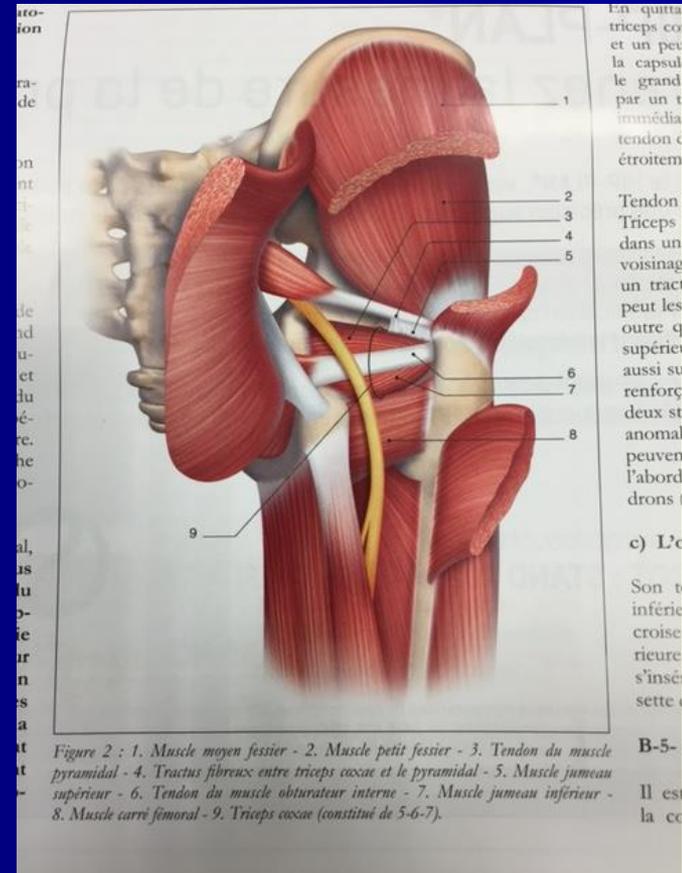
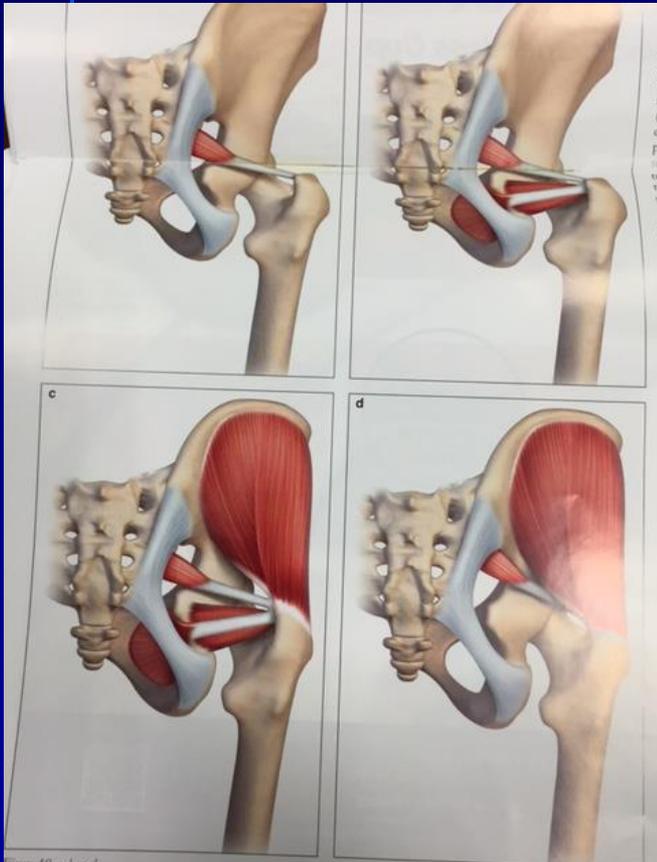
Douleur à la face post de la cuisse puis bd ext de la jambe et face dorsale du pied parésie ECO EPGO PL MF

Compression de la racine S1: hernie L5S1

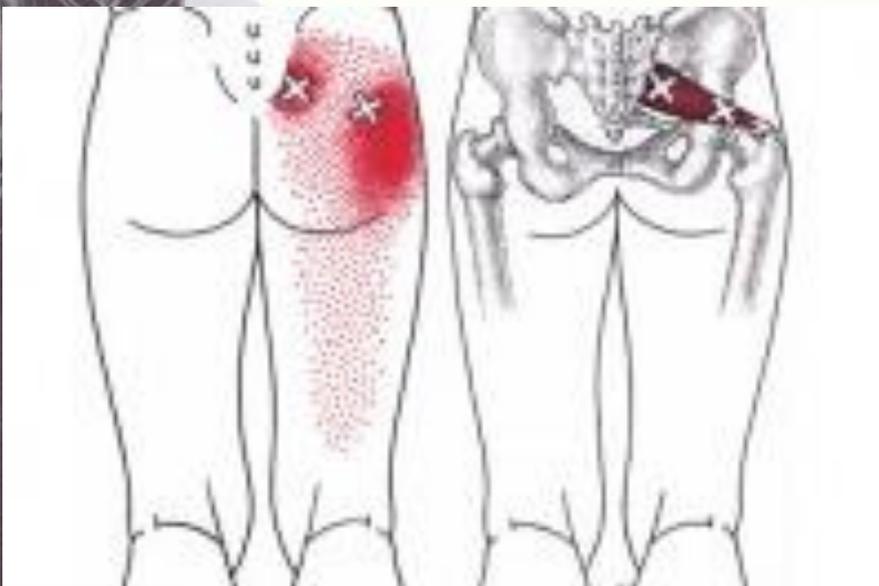
Douleur à la face post de la cuisse puis mollet puis face externe du pied et plante du pied, parésie du triceps FCO JP, diminution du réflexe achilléen

les sciaticques sans conflit radiculaire

Syndrome du pyramidal



Muscle piriforme FAIR test



Les lésions osseuses vertébrales

L'ARTHROSE

L'OSTÉOPOROSE

LES ATTEINTES VERTEBRALES

■ ARTHROSE VERTEBRALE

Quasi constante après 60 ans

Souvent asymptomatique

Atteint les plateaux vertébraux et les articulaires postérieures

■ OSTEOPOROSE

Raréfaction osseuse physiologique avec l'âge

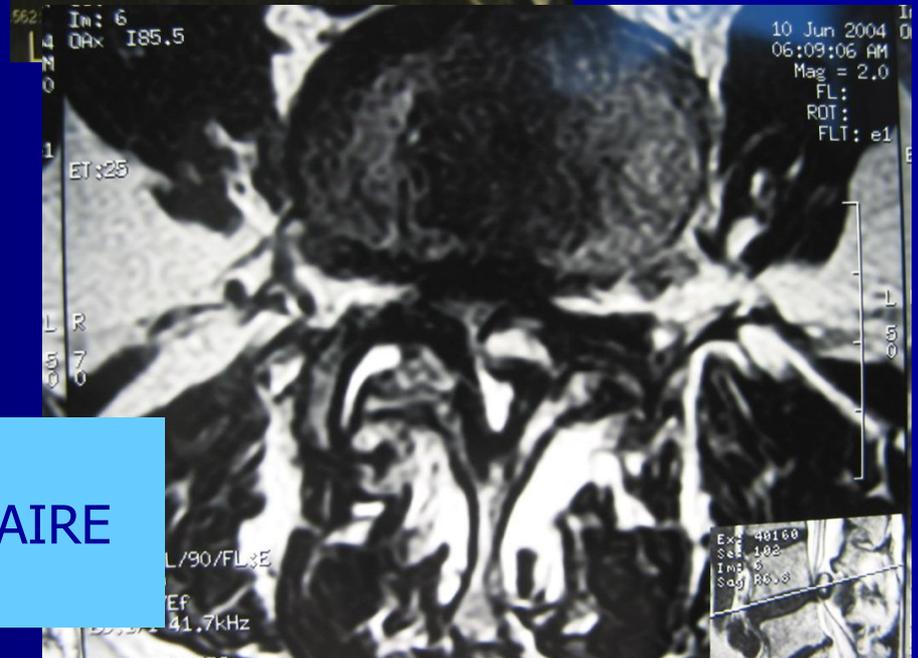
Importance de l'absorptiométrie biphotonique

Se manifeste par les TVO et l'aggravation de la cyphose

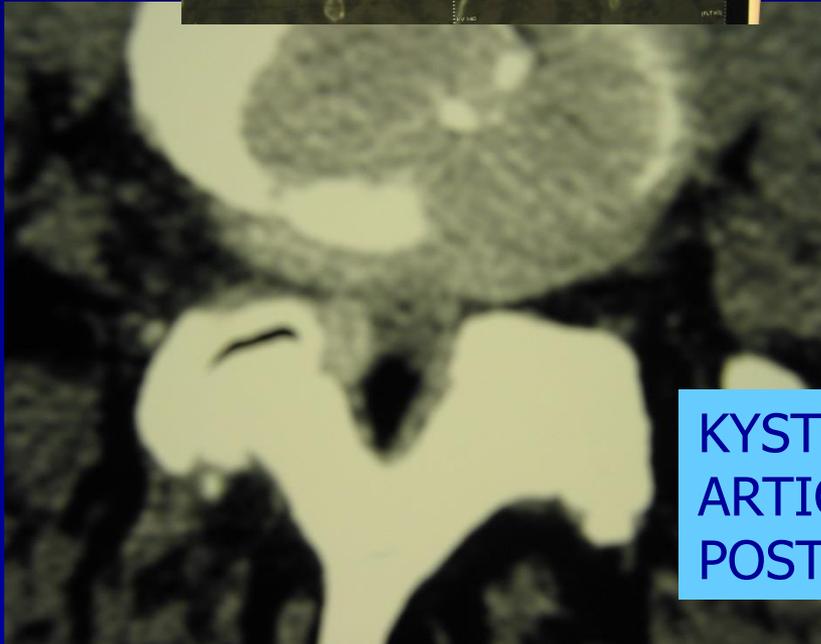
AIAP

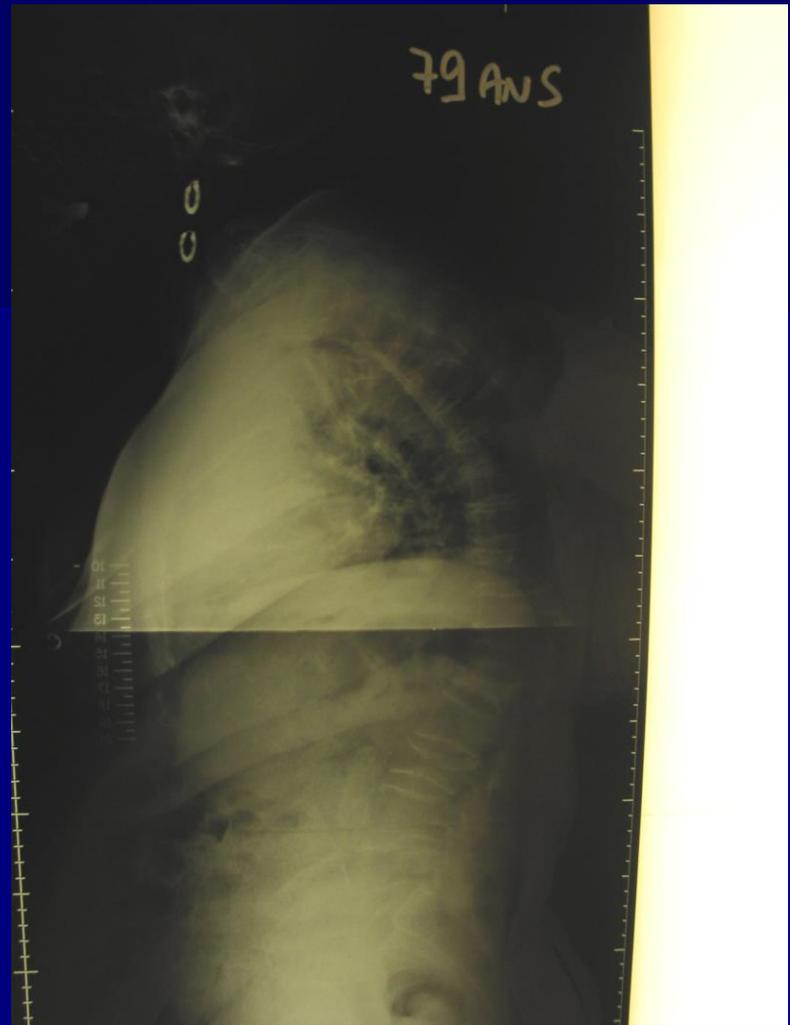
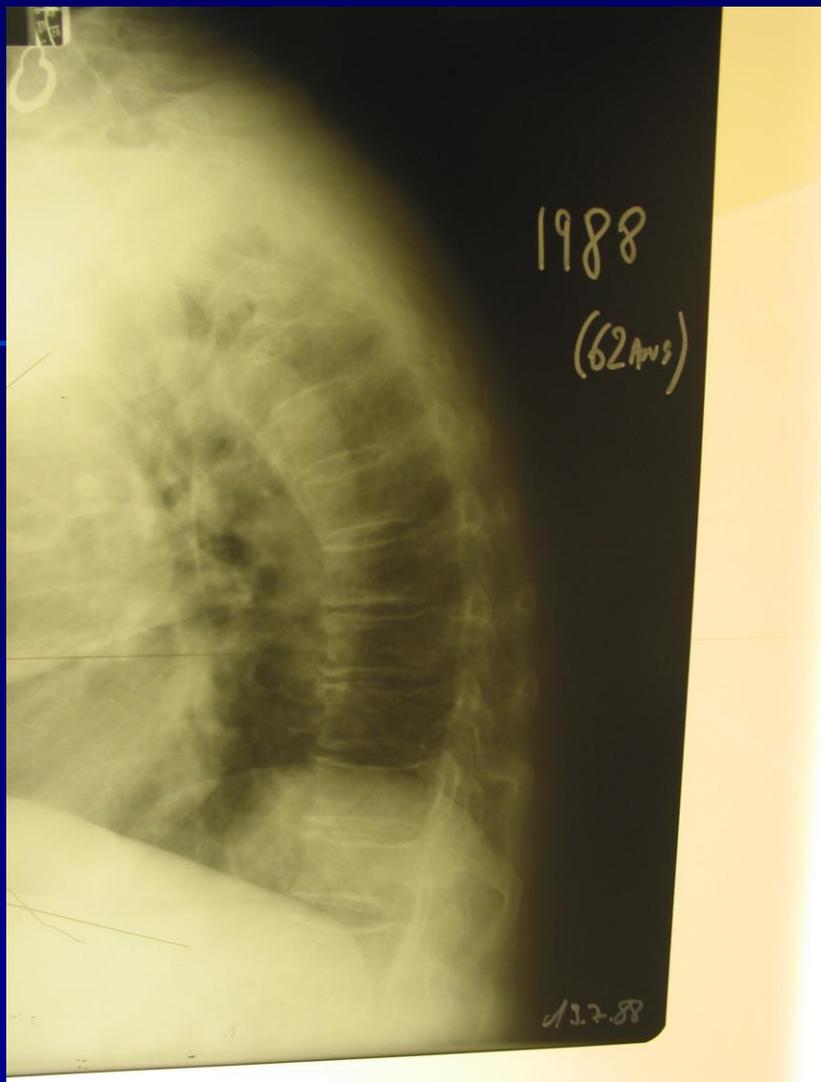


DISCARTHROSE



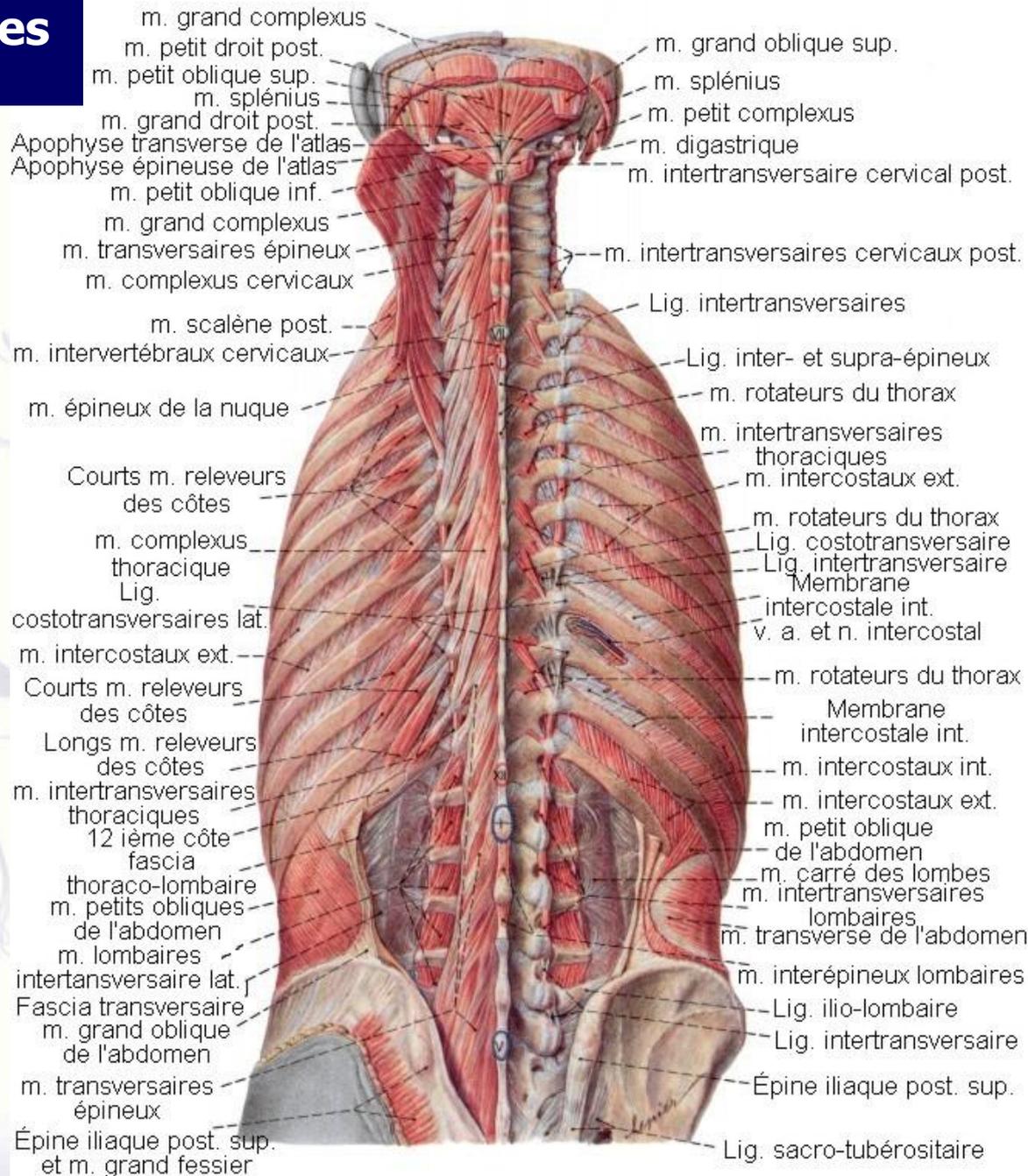
KYSTE
ARTICULAIRE
POST

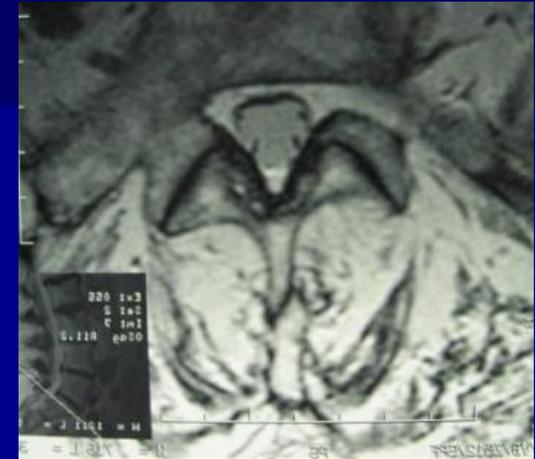




Ostéoporose sévère avec tassements dorsaux et lombaires entraînant une importante cyphose douloureuse

✓ Les muscles





Muscles anti gravidiques , fibres I à métabolisme oxydatif permettant des contractions prolongées de moindre intensité

✓ **Les muscles**

La force est mesurable par les tests Isométriques du tronc :

Shirado (abdo)
Sorensen (extenseurs)
Killy (quadriceps)

Les tests isocinétiques au niveau des fléchisseurs et des extenseurs du tronc



Test de Shirado



Test de Sorensen



Test des Quadriceps



Le ratio extenseur / flechisseur mesuré sur dynamomètre isocinétique est en moyenne de 1,3. Il diminue à 1 voir 0,8 chez le lombalgique avec baisse de force des Extenseurs –Langrana Spine 1984

Les lombalgiques chroniques présentent un syndrome de déconditionnement de la force musculaire, de la fonction cardiovasculaire et de l'état psychologique – T Mayer 1985

La revue Cochrane de 2005 faite par Koes a montré que les exercices sont efficaces pour diminuer la douleur et améliorer la fonction dans les LC

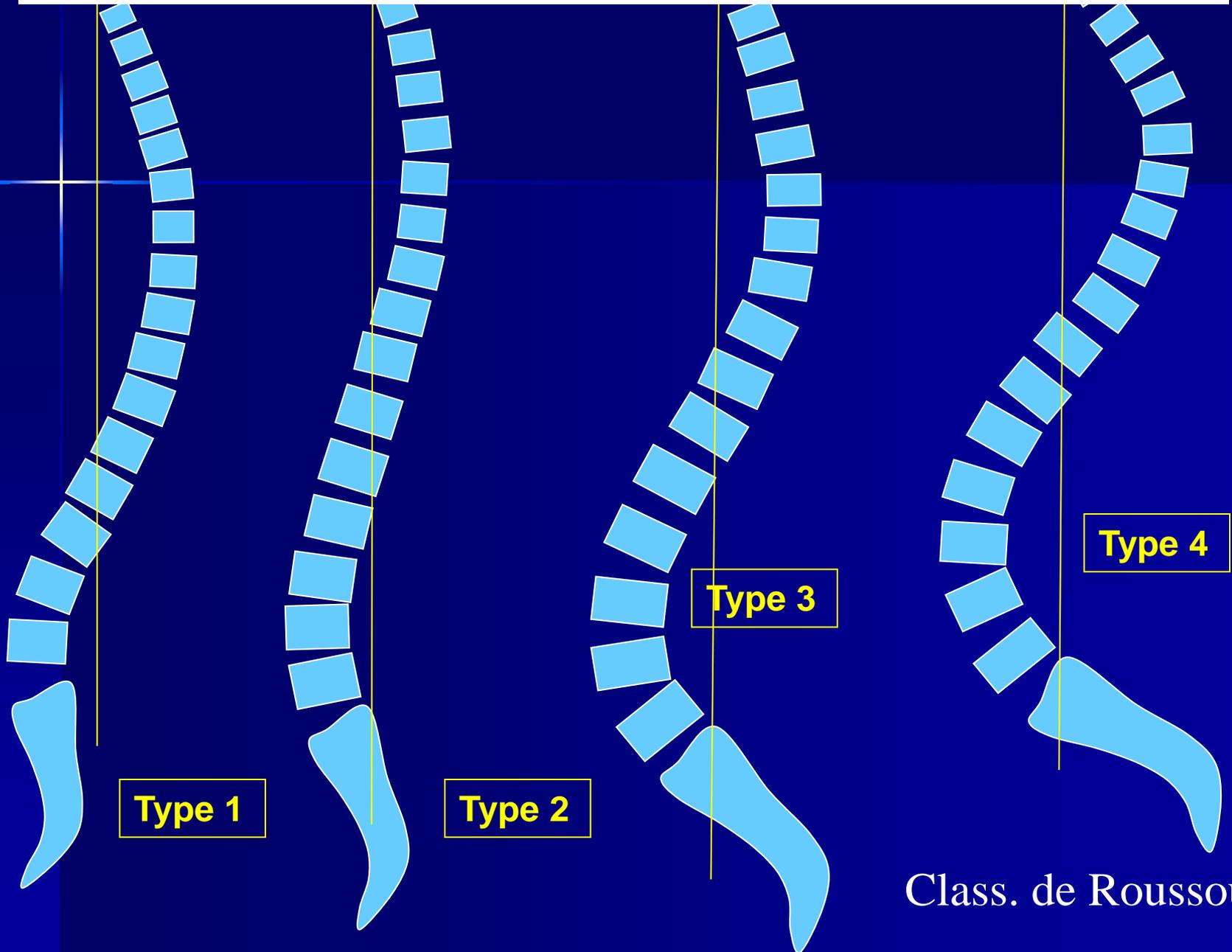


Troubles de la statique

De profil: spondylolyse spondylolisthésis
cyphose et Scheuermann

De face : scoliose

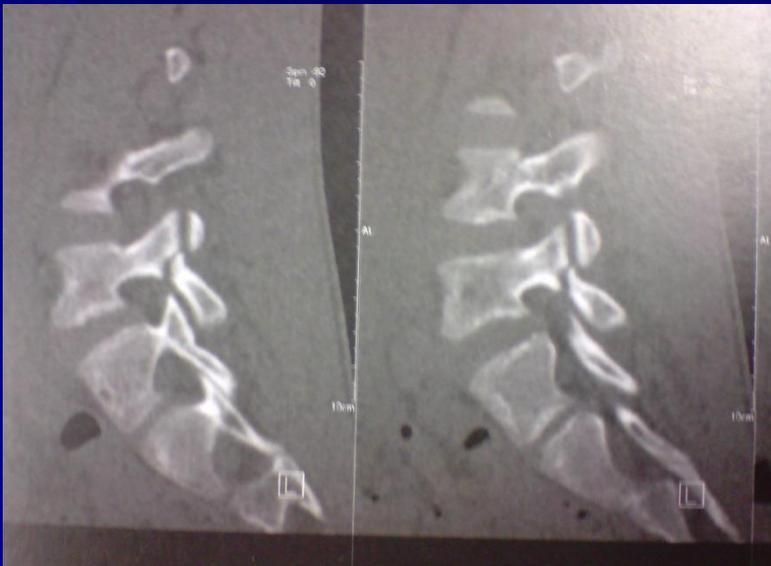
DANS LE PLAN SAGITTAL



Class. de Roussouly

Les spondylolyses et spondylolisthésis

La spondylolyse est une perte de continuité de l'isthme artriculaire situé entre les 2 apophyses articulaires supérieure et inférieure de l'arc vertébral postérieur



Lyse isthmique de L5
bilatérale traumatique

Les spondylolyses et spondylolisthésis

- La découverte d'un spondylolisthésis chez un sportif doit-elle faire arrêter l'activité sportive?
- Les sportifs sont-ils plus à risque?
- Certains sports exposent-ils au risque de spondylolisthésis?



SPONDYLOLISTHESIS

classés (Meyerding) en fonction du glissement:

Stade 1 : < 25% du plateau sacré

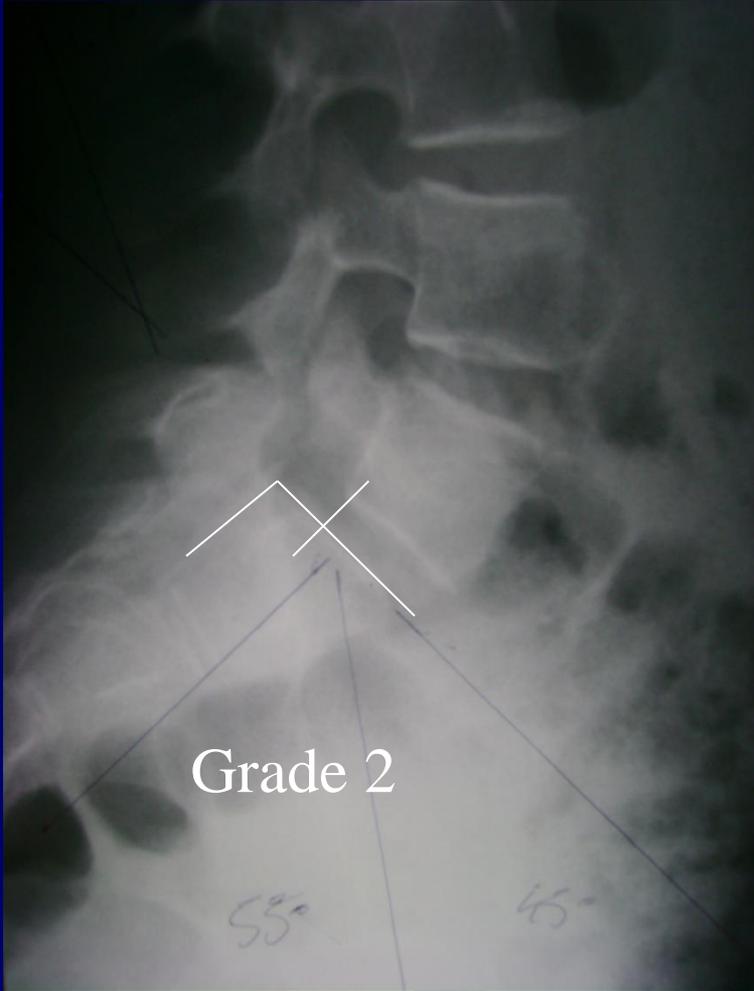
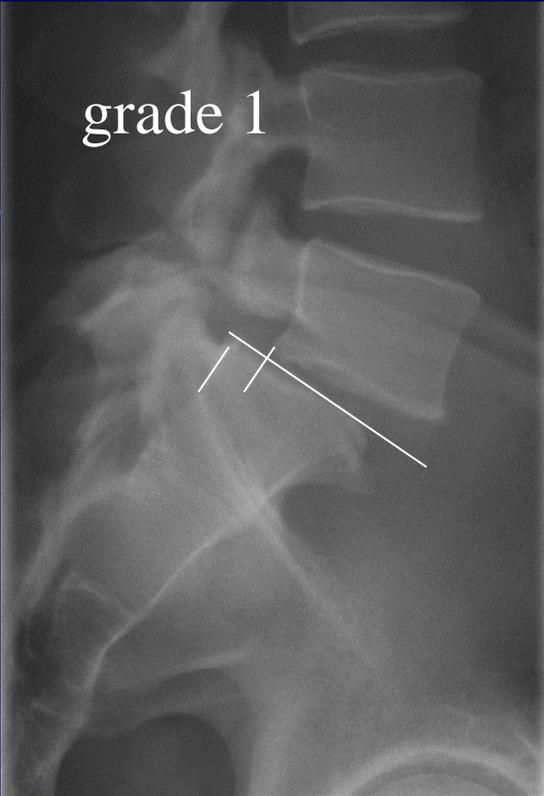
Stade 2 : 25% à 50% du plateau sacré

Stade 3 : 50% à 75% du plateau sacré

Stade 4 : >75% du plateau sacré

Stade 5: spondyloptose

Les spondylolisthésis



HISTORIQUE

Les sportifs présentant un spondylolisthésis étaient écartés du professorat d'éducation physique et de motocycliste de la police.

Selon les différentes études le risque de spondylolyse est de 17% et de 6% pour le spondylolisthésis qui dans 84% est de grade I alors que dans la population générale la prévalence de la spondylolyse est de 5 à 6%

Rossi 1988

LES SPORTS A RISQUES

Il existe cependant des différences en fonction des séries ainsi pour **Rossi** en 88

la prévalence de la lyse isthmique est de :

63% chez les plongeurs

36% chez les haltérophiles

33% chez les lutteurs

32% chez les gymnastes

22% chez les autres athlètes

5% dans la population générale

J Sports Med Phys Fitness 1988

Faut-il arrêter l'activité sportive chez un athlète à qui l'on a découvert une spondylolyse ou un spondylolisthésis ?

Semon: suivi de 506 joueurs de Football Américain dont 27% présentent des lombalgies chroniques

58 ont eu un bilan radio et il a été retrouvé 12 spondylolisthésis

L'auteur compare 2 groupes:

1 gpe spondylolisthésis

1 gpe sans SPL

Il n'y a pas de différence entre les 2 groupes en terme de délai de reprise de jeu pour les entraînements ou les matchs

Maladie de Scheuermann



1920:hypercyphose douloureuse et raide de l'adolescent avec cuneiformisation vertébrale irrégularité des plateaux et pincements discaux

La cuneiformisation atteint 3 à 6 vertébrés

Il s'agit d'un défaut de maturation de La plaque cartilagineuse

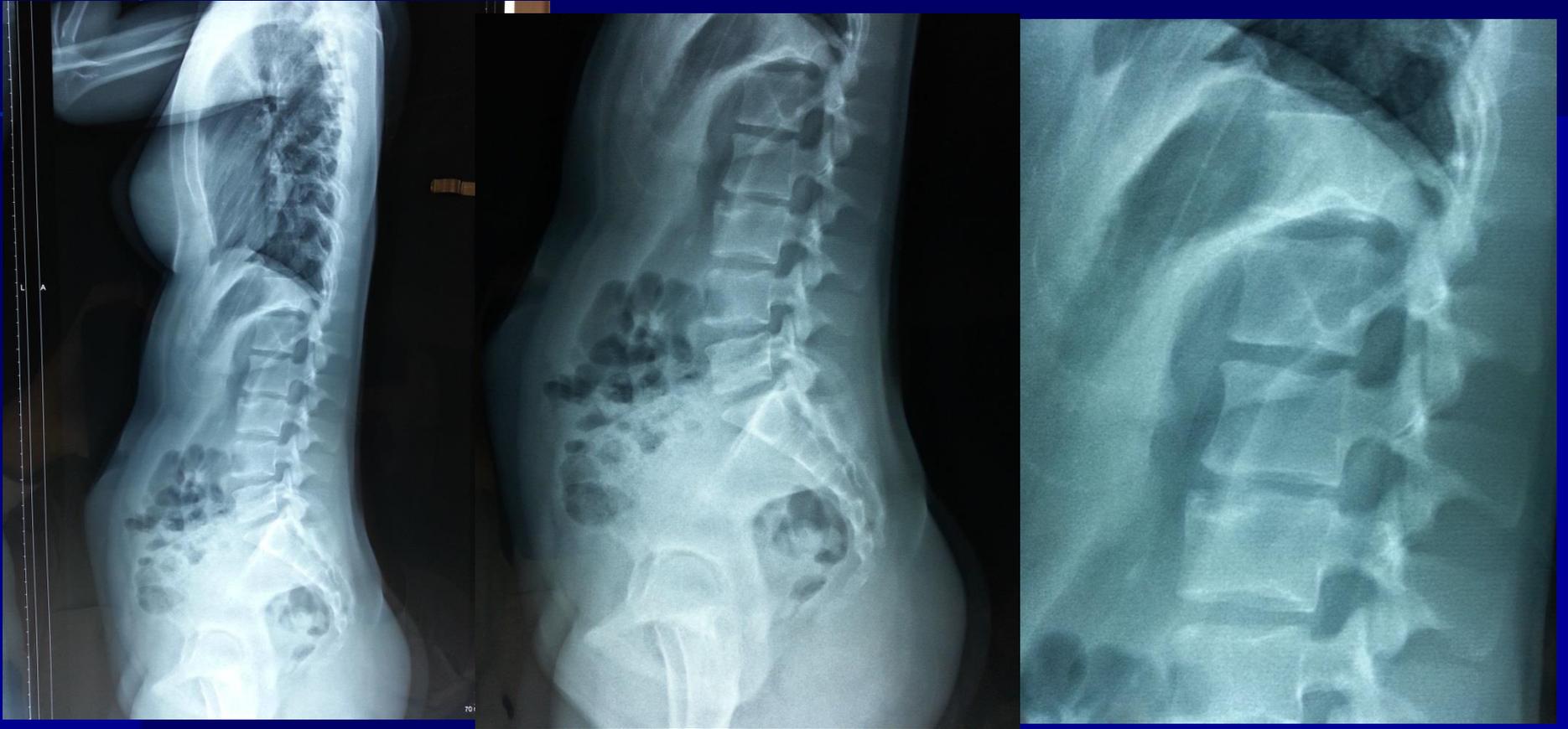
Plus fréquent chez le jeune garçon et notamment dans les sports à impact type rugby judo ...

Localisation dorsale





Scheuerman dorsolombaire



Scheuerman lombaire

Les scolioses

Les scolioses ne sont pas douloureuses ; si l'enfant se plaint penser à l'ostéome ostéoïde.

Bien noter l'âge des premières règles : à partir de là il ne reste en général plus que 6 cm de gain de taille.

Rechercher les antécédents de scoliose dans la famille(scolioses idiopathiques).

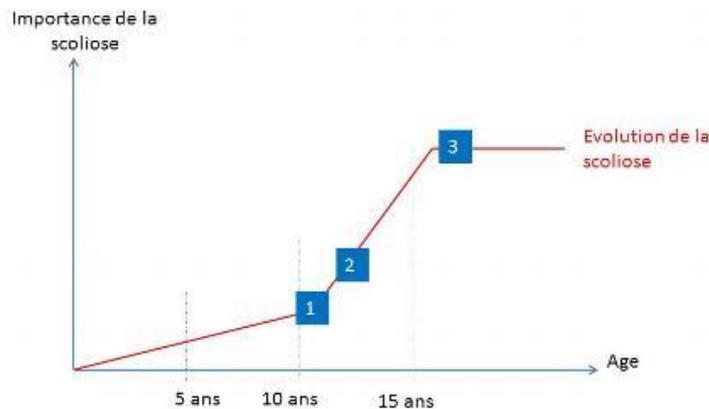
Rechercher des signes associés : troubles de la marche, luxations ou entorses, problèmes ophtalmo, taches café au lait (scolioses non idiopathiques).

Profil évolutif

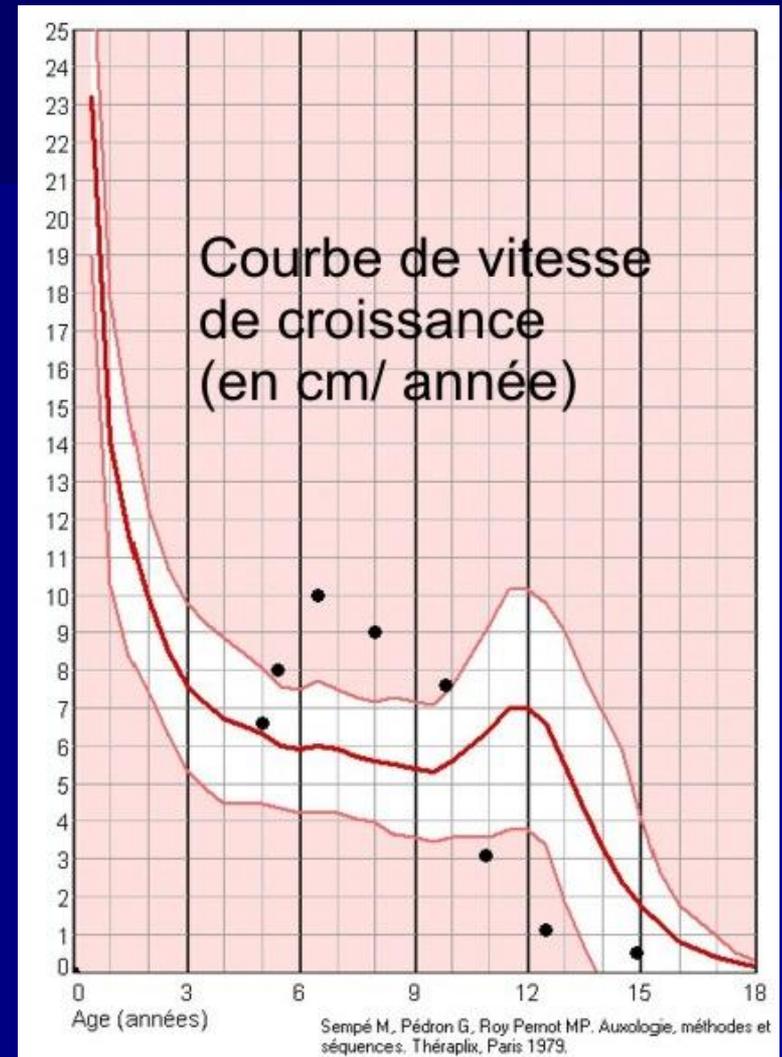
20° à 17 ans c'est rassurant

20° à 10 ans c'est inquiétant

20° à 5 ans c'est alarmant !



Evolution de la scoliose selon la courbe de *DUVAL-BEAUPERE*



SCOLIOSE ET SPORT

La scoliose ne doit pas faire arrêter le sport

Tous les sports sont praticables

Privilégier les sports en extension (danse escalade...)

Il est possible de faire un traitement orthopédique et de poursuivre un sport de compétition (corset en port extrascolaire)

Il est possible de refaire un sport de loisir après une chirurgie d'arthrodèse

Éléments socio-professionnels

Sportif de loisir = identique aux patients lombalgiques

Sportif de compétition = problématique du sport professionnel, des contrats, des fins de contrats, des transferts, des changements de pays

Éléments psychologiques



LA DOULEUR MORALE

Evaluer la situation psychologique

Echelle HAD

Score anxiété 0 à 21 – anxiété à partir de 8

Score dépression 0 à 21 – dépression à partir de 8

Profiter de l'HAD pour écouter les antécédents de l'enfance (violence, déficit de bienveillance) puis

La vie prof et familiale les relations avec l'épouse les enfants

Les relations avec les parents

L'éloignement

La blessure

L'incapacité à s'entraîner

L'image de soi

PRISE EN CHARGE DU SPORTIF LOMBALGIQUE

BILANS

EVA : repos, mobilisation, nuit

AUTO QUESTIONNAIRES :

vie quotidienne QUEBEC

anxiété dépression HAD

EXTENSIBILITE : DDS

angle poplité





FORCE MUSCULAIRE:

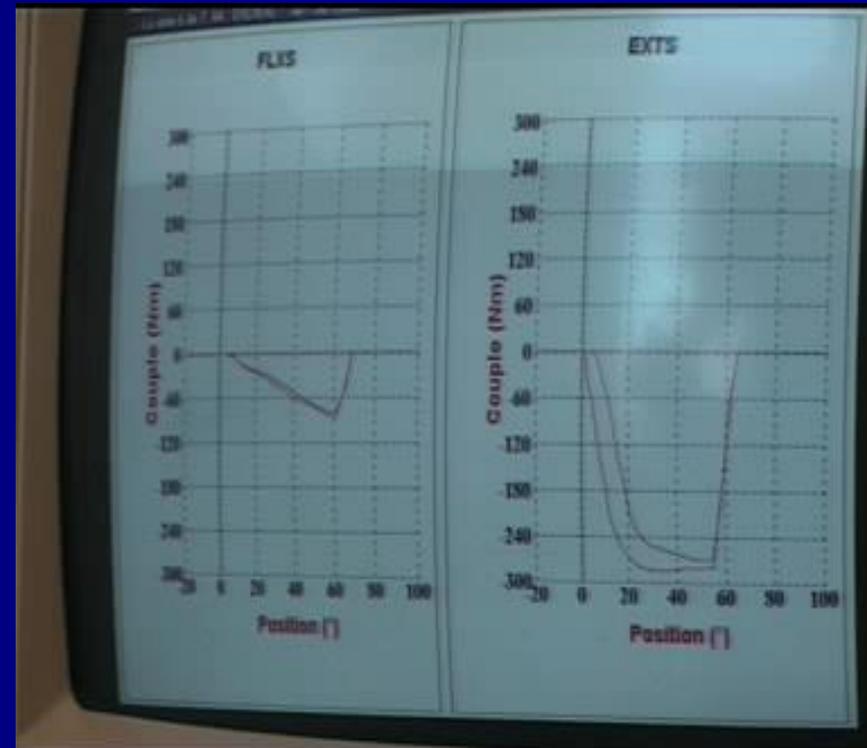
tests Sorensen

tests Shirado

tests Quadriceps



EVALUATION ISOCINETIQUE



EVALUATION

CONCENTRIQUE à $30^\circ /s$ et $90^\circ /s$

EXCENTRIQUE à $30^\circ /s$

RATIO concentrique à vitesse lente et rapide

RATIO excentrique à $30^\circ /s$

PIC DE COUPLE en % du poids du corps

A l'issue du bilan

Lombalgies sub aiguës (moins de 3 mois)



TTT médical
Manipulation vertébrale
ostéopathie
Infiltration
Rééducation

Lombalgies chroniques >3 mois
Douleurs >5/10
incapacité dans les tests isométriques
Incapacité à réaliser une épreuve
isocinétique



Traitement orthopédique

Lombalgies chroniques >3mois
Douleurs < 5/10
Tests isométriques entre 1 et 2 mn.
Epreuve isocinétique réalisée



Réathlétisation

Rééducation

Nombreuses techniques ont été décrites pour la rééducation des lombalgies :

en cyphose(Williams)

en extension (Cyriax)

en verrouillage lombaire (Troisier)

en extension (Mac Kenzie)

étirements des chaînes musculaires (Mézières, Busquet, RPG, Souchard)

Gymnastique globale (Pilates)

Seul Mac Kenzie et Pilates ont montré une efficacité dans des études prospectives randomisées

Le Blay : rachialgies : prise en charge en médecine physique et réadaptation. Douleurs 2011

Le choix dépend des lésions :

Sciatique par HD :

Mac Kenzie

Lombalgies sur SPL :

rééducation en lordose corrigée

Lombalgies sur discopathie avec raideur de la chaîne post :

étirements+++

Lombalgies sur hyperlordose:

étirements de la chaîne antérieure, gainage des abdos++, posture en délordose

Lombalgies et scoliose :

technique de KLAPP

Lombalgie et cyphose :

posture d'ouverture thoracique, auto
agrandissement axial actif, étirement des sous
pelviens, renforcement des extenseurs du
rachis

Dos rond tenir 5 sec



Exercices en lordose corrigée

Dos creux tenir 5 sec



« Prière » 2mn



Pousser les mains sur les Genoux en soufflant lentement
Et tenir 10 secondes
Refaire 10 fois



ETIREMENTS DES ISCHIO-JAMBIERS ET DE TOUTE LA CHAINE MUSCULO APONEVROTIQUE POSTERIEURE: débuter l'exercice jambe contre le mur légèrement fléchie , cheville à 90° , puis allonger progressivement le genou. Cet exercice ne doit pas entraîner de douleurs, il faut sentir la mise en tension lors de l'étirement. Attention de ne décoller les fesses

EXERCICE D' AUTO AGRANDISSEMENT AXIAL ACTIF



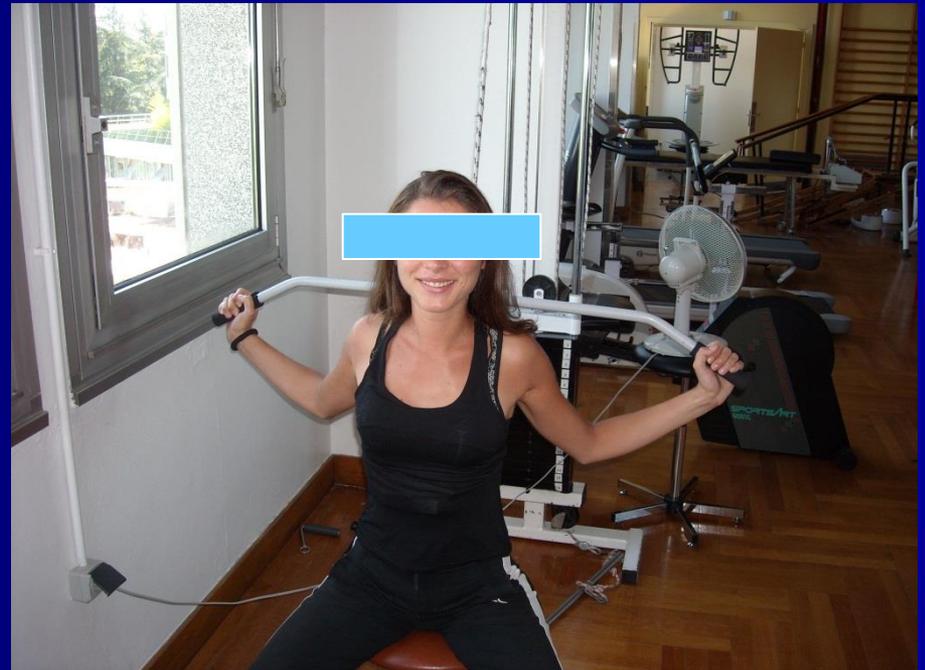
**POSITION DE DEPART: ASSIS EN TAILLEUR LES FESSES LE DOS ET LA TETE
PLAQUES CONTRE LE MUR LE MENTON EST FLECHI**

**POSITION DE TRAVAIL: LEVER DOUCEMENT LES BRAS SANS PERDRE
LA POSITION DE DEPART TENIR 10 SECONDES SUR L'EXPIRATION: 5 X**

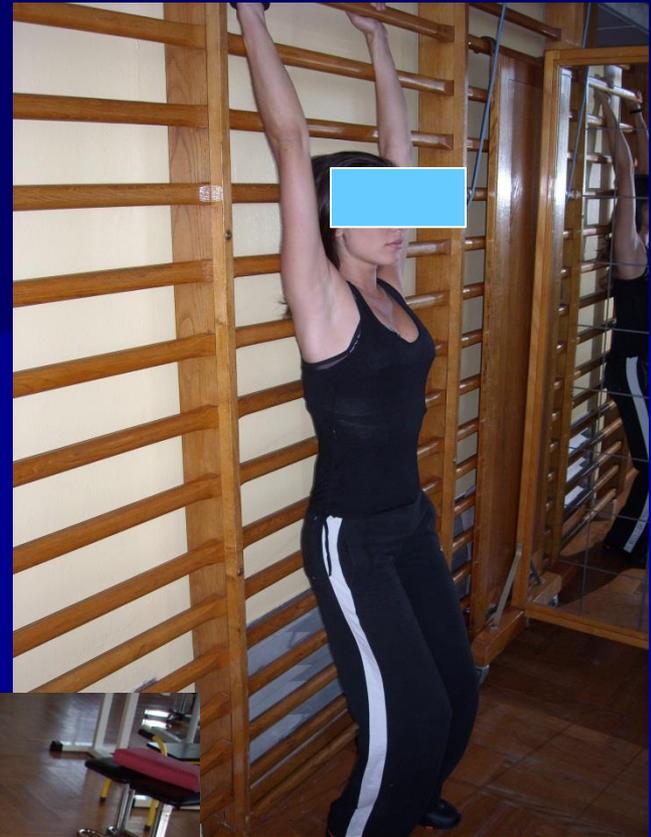
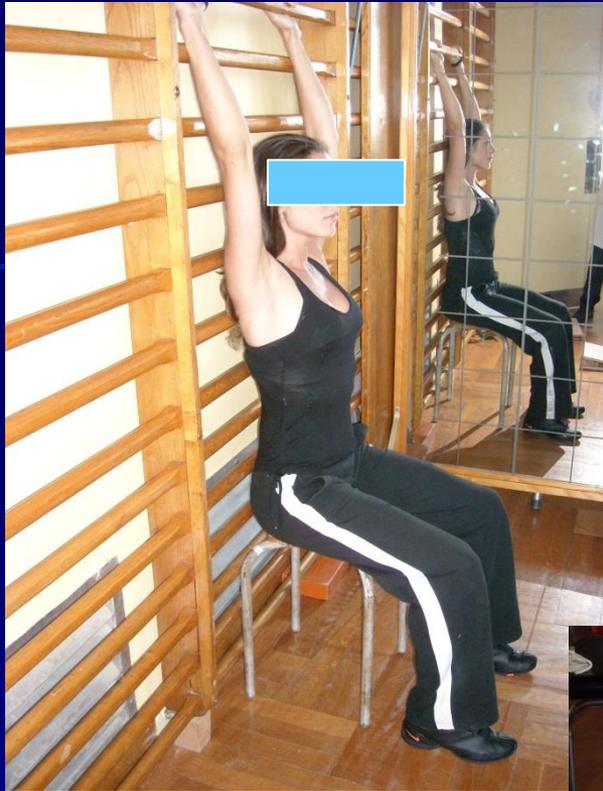
EXERCICE EN QUADRUPEDIE



Renforcement des dorsaux



Posture anticyphose



Renforcement excentrique sur dynamomètre isocinétique

Travail de l'endurance:

5 mn à 15° /s

Travail de la force:

6 séries de 5 répétitions à 30° /s

Renforcement concentrique sur dynamomètre isocinétique

Sur les fléchisseurs du tronc plus rarement : renforcement en pyramide

Traitement orthopédique

Corset en polyéthylène
Monovalve ou bivalve
Réalisé sur moulage par médecin spécialiste
Minimum 45j maxi 3 mois
Accompagné d'exercices spécifiques
Supervisé par le kiné



A l'issue de la période d'immobilisation

Le sportif est réévalué

EVA

Tests isométriques

Extensibilité

Tests isocinétiques

Si les résultats sont favorables il peut intégrer le programme de réathlétisation

DEROULEMENT DU PROGRAMME

1ère SEMAINE : bilans, respiration, étirements, RPG
proprioception(Huber),cardiotraining, gainage

2ème SEMAINE : idem+

Renforcement musculaire dynamique 70% RM

Travail iso cinétique excentrique,

3ème SEMAINE : idem + endurance, PMA, course
saut, mise en situation sportive, bilans de fin de
séjour

LES EXERCICES

- ETIREMENTS / RPG
- GAINAGE
- RENFORCEMENT MUSCULAIRE
- CARDIO TRAINING
- PMA
- PROPRIOCEPTION
- BALNEOTHERAPIE
- 6 h de travail/jour
x 5 = 30h/semaine





NOTRE EXPERIENCE

50 PATIENTS LOMBALGIQUES
SPORTIFS DE COMPETITION

International : **10**

National : **20**

Régional : **20**

Hommes: 41 Femmes: 9

AGE moyen: 25 ans

POPULATION

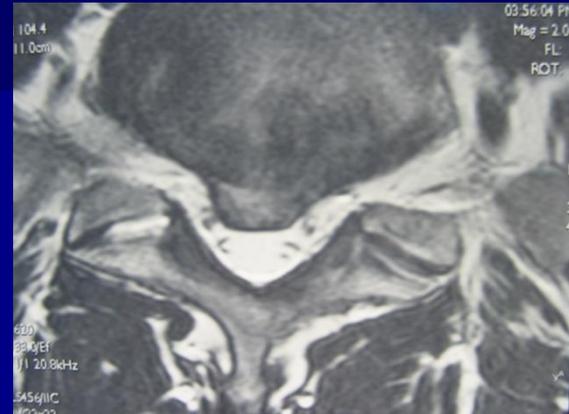
SPORTS PRATIQUES

RUGBY.....	23
BASKET.....	6
AVIRON.....	4
SKI.....	4
FOOT.....	4
ATHLE.....	3
HAND.....	2
GOLF ,DANSE, MOTO, VOLLEY.....	1

ETIOLOGIES

RACHIS NON OPERES.....31

DISCOPATHIES.....21
HERNIES DISCALES6
SPONDYLOLISTHESIS.....3
DRC.....1
FRACTURE DE L2.....1



RACHIS OPERES.....19

HERNIE DISCALE.....19
CANAL LOMBAIRE ETROIT.....2

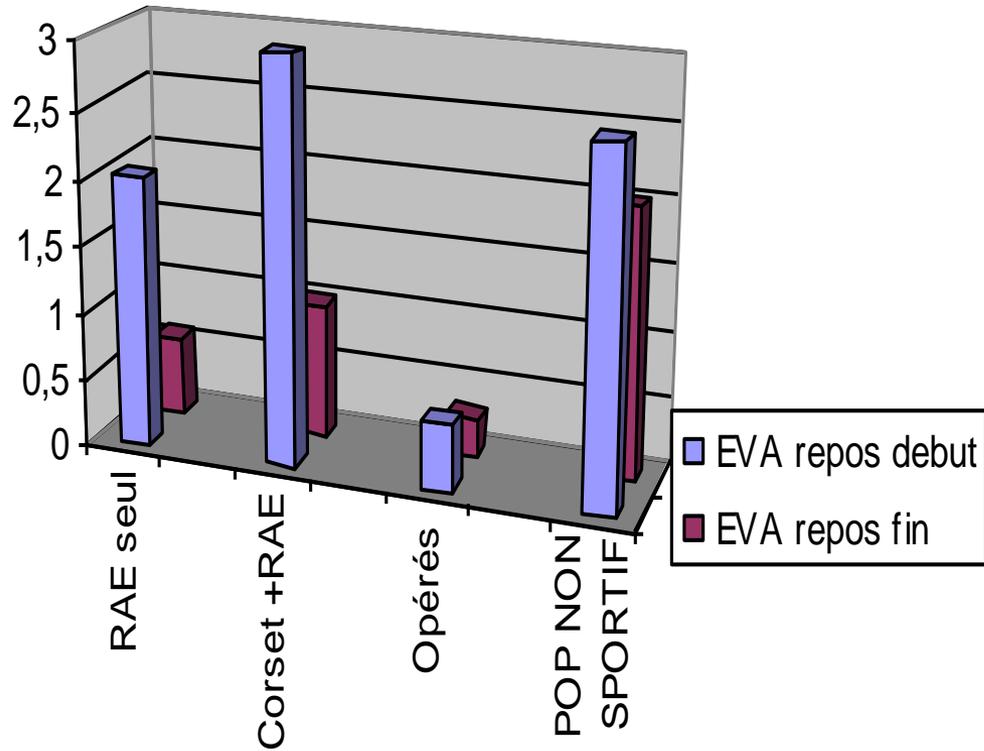


Traitement réalisé pour notre population de 50 sportifs de compétition

RECONDITIONNEMENT A L'EFFORT.....	14
RECONDITIONNEMENT APRES IMMOBILISATION.....	17
RECONDITIONNEMENT APRES CHIRURGIE.....	19

RESULTATS

EVA Repos



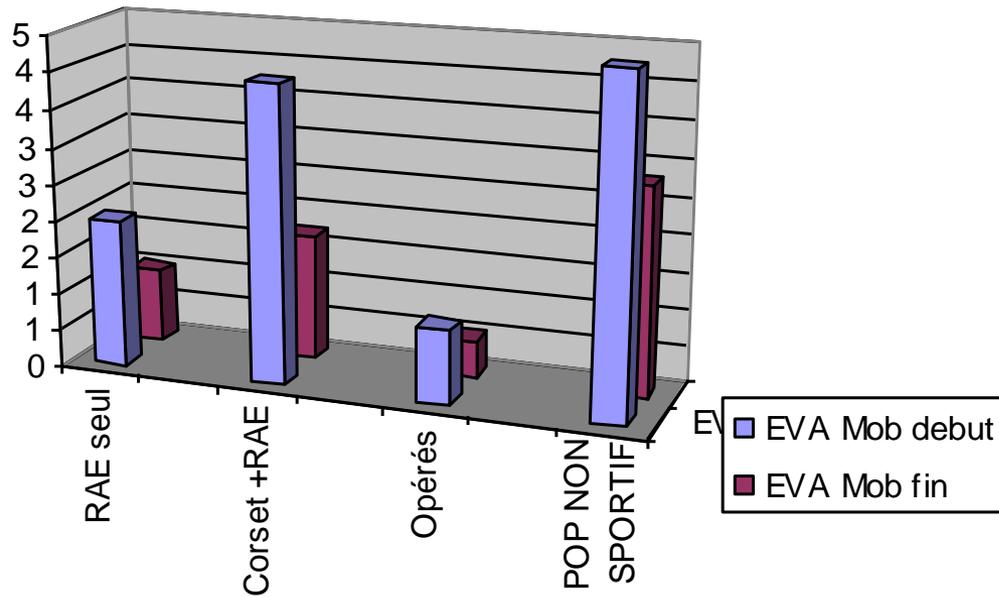
RAE seul: 2.....0,6

Corset+RAE 3.....1

Opérés: 0,5....0,3

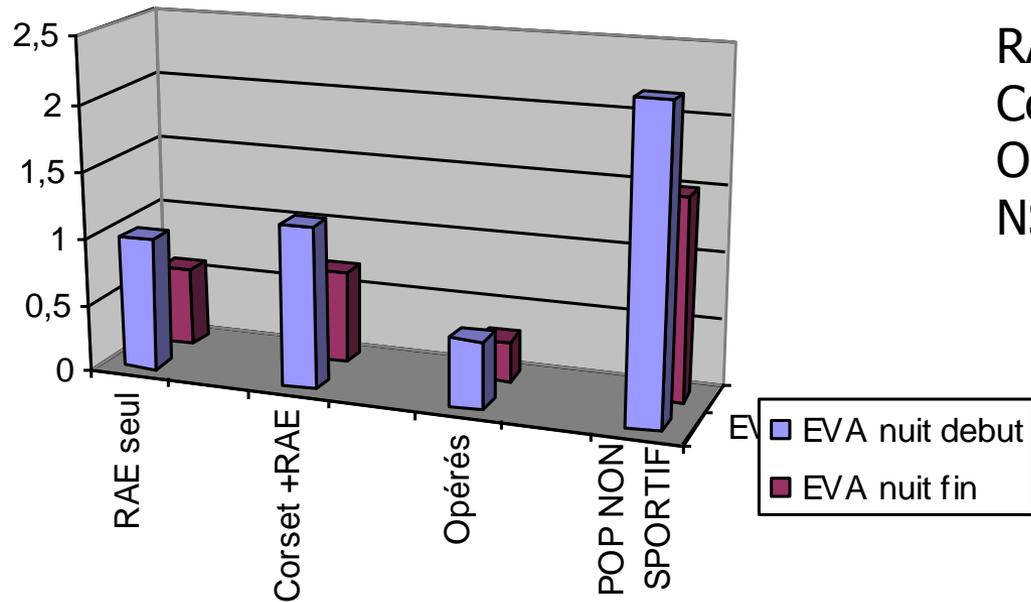
NS opérés: 2.....1,69

EVA Mobilisation



RAE seul: 2.....1
Corset+RAE 4.....1,7
Opérés: 1....0,5
NS opérés: 4.....2

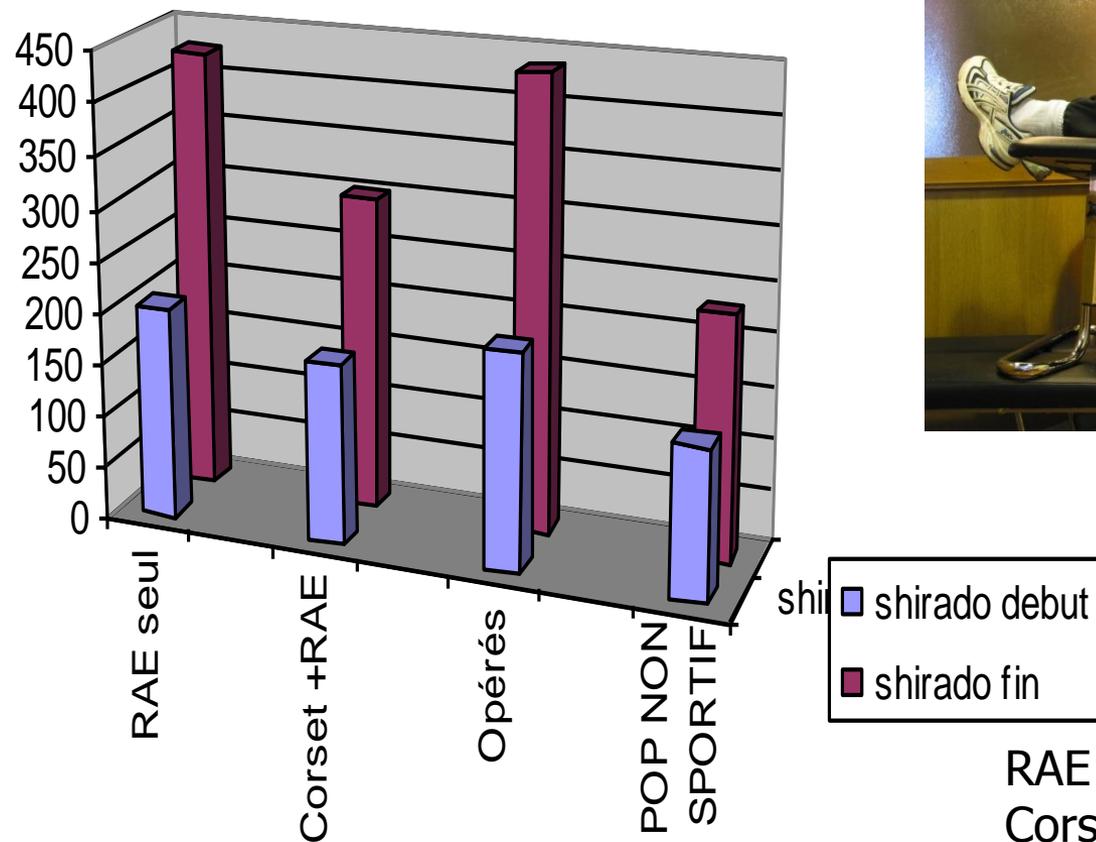
EVA Nuit



RAE seul: 1.....0,6
Corset+RAE 1,2....0,7
Opérés: 0,5....0,3
NS opérés 2.....1,4

TEST DE SHIRADO

TEST DE SHIRADO

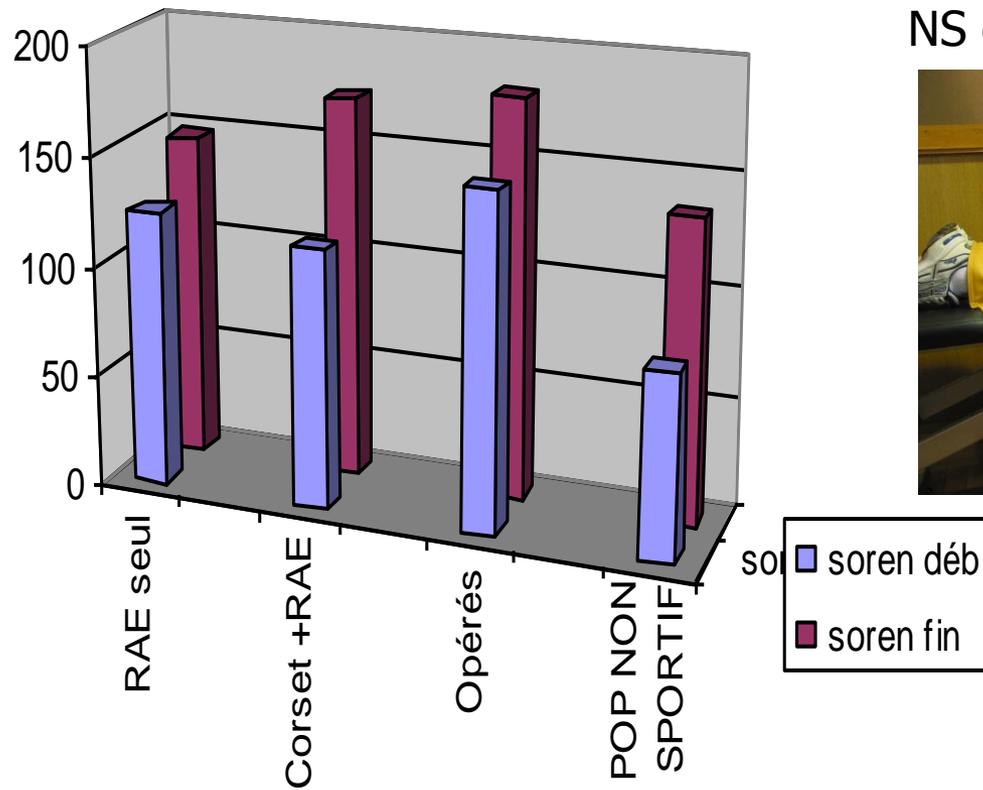


RAE seul: 203.....426
 Corset+RAE 171.....303
 Opérés: 207.....436

NS opérés 81.....158

TEST DE SORENSEN

TEST DE SORENSEN



RAE seul: 125.....148

Corset+RAE 117.....173

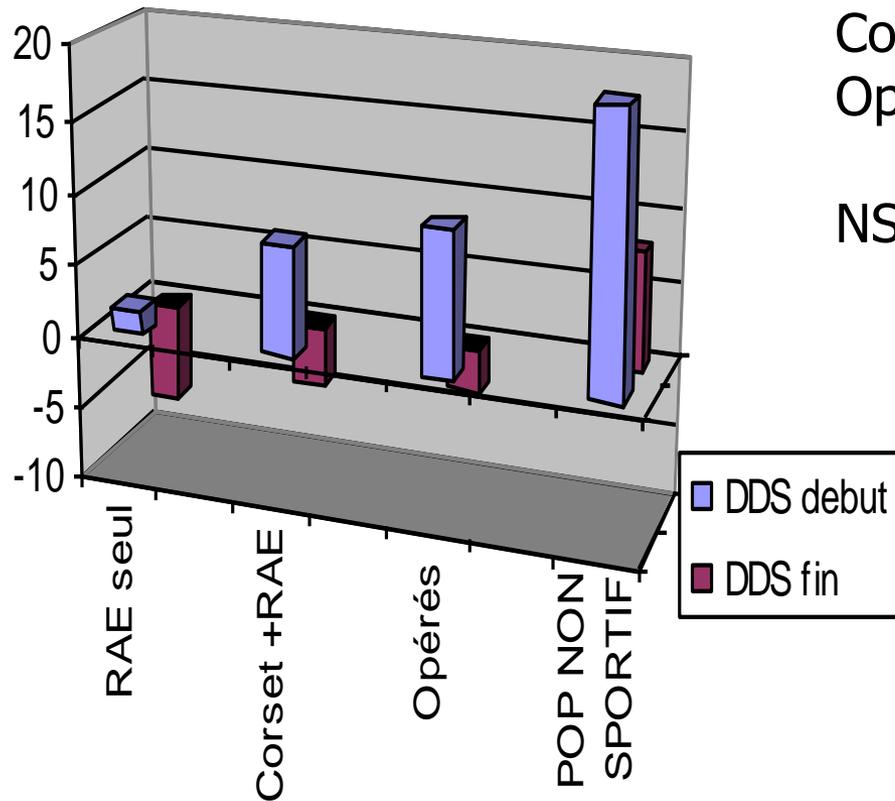
Opérés: 151.....181

NS opéré: 72.....138



Distance Doigt - Sol

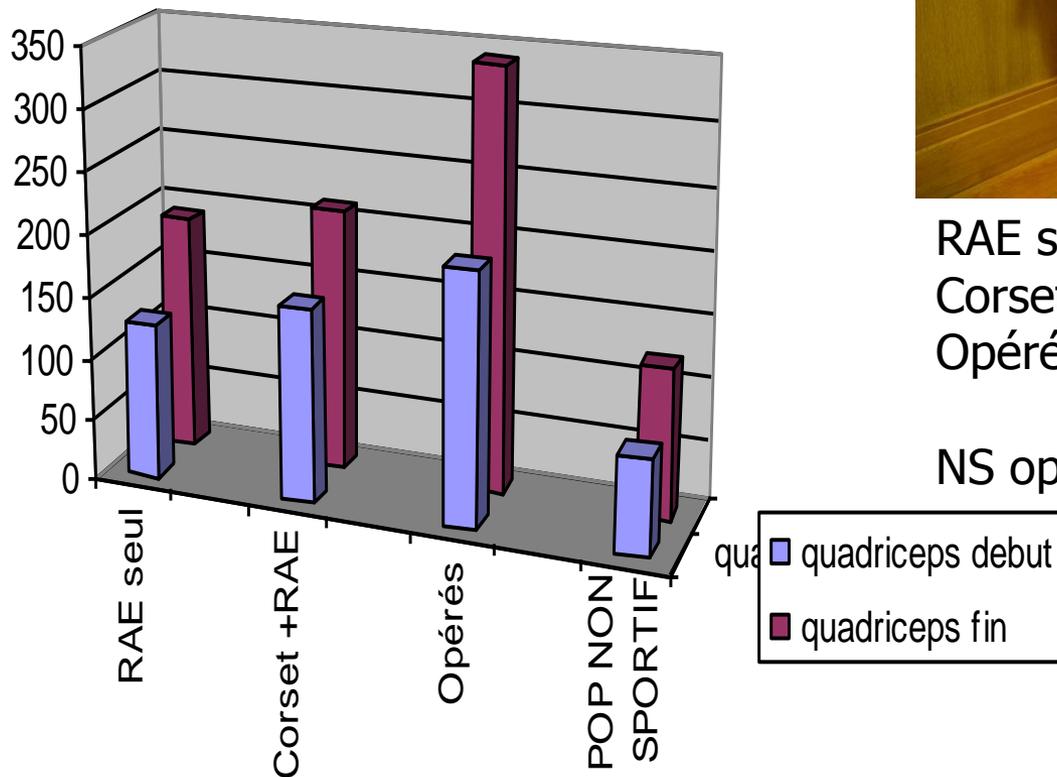
mesure de la DDS



RAE seul: 2.....-7
Corset+RAE 8.....-4
Opérés: 10.....-3
NS opéré: 24.....6

Test isométrique des quadriceps

TESTS QUADRICEPS



RAE seul: 127.....191

Corset+RAE 155.....212

Opérés: 202.....341

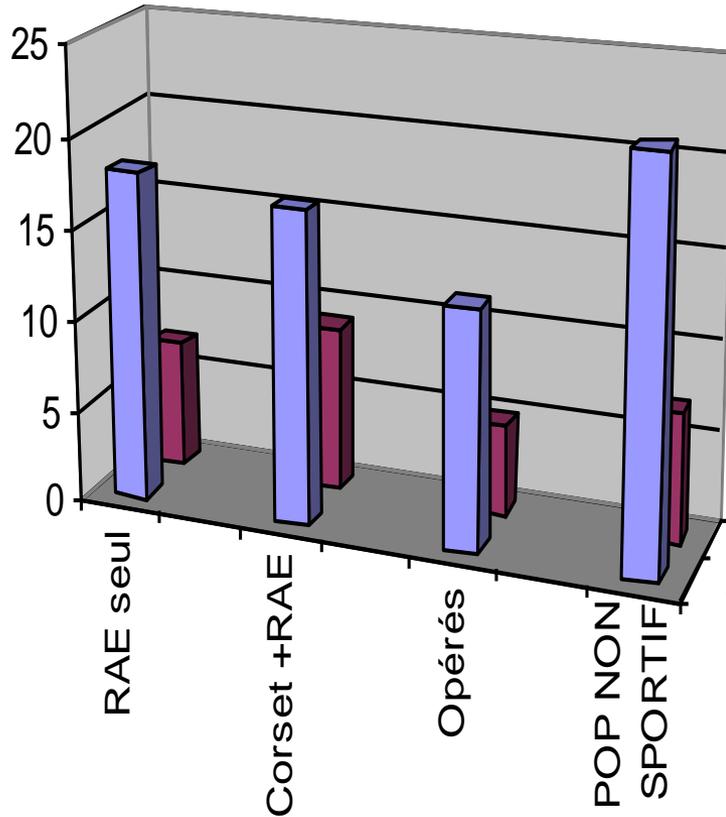
NS opérés 76.....116

qua ■ quadriceps debut
■ quadriceps fin

ANGLE POPLITE

Angle POPLITE

RAE seul:	18°7°
Corset+RAE	17°9°
Opérés:	13°5°



NS Opérés

25°11°

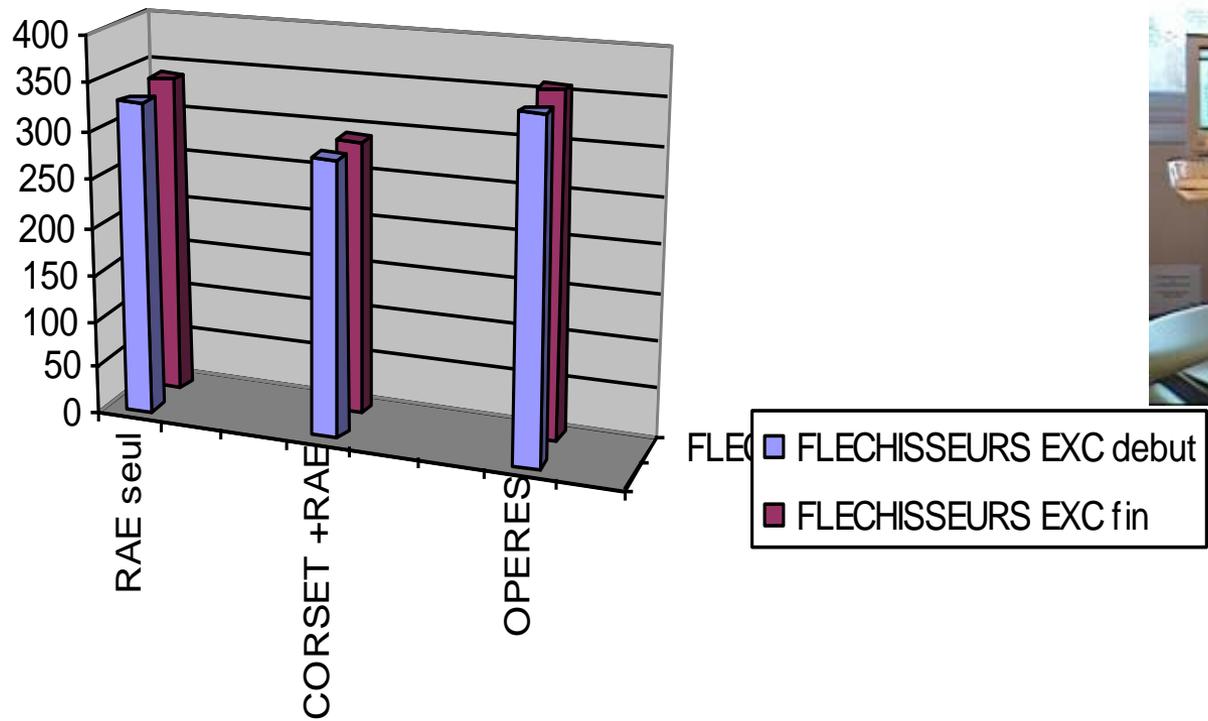


Ar

■	Angle poplité début
■	angle poplité fin

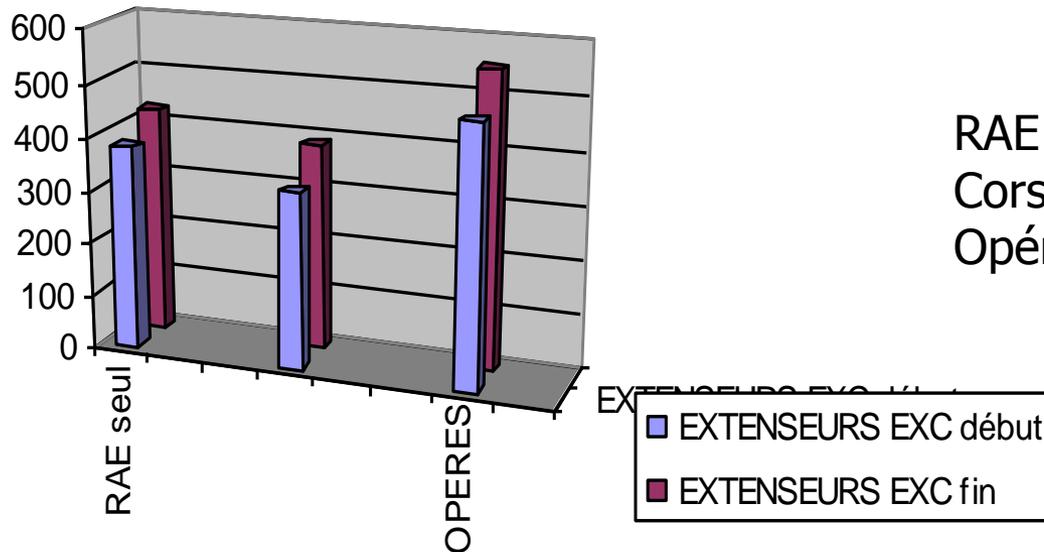
RESULTATS ISOCINETIQUES

FLECHISSEURS EXCENTRIQUE



EXTENSEURS EN EXCENTRIQUE

EXTENSEURS EXCENTRIQUE



RAE seul: 385.....428
Corset+RAE 329.....388
Opérés: 484.....553

- Pour une population non sportive

Valeur de fléchisseurs= 1,5 à 2 x poids du corps

Valeur des extenseurs=2 à 3 x poids du corps

- Population de sujets sportifs masculins

Fléchisseurs exc. à 30° 351Nm
3 à 4 fois poids du corps

Extenseurs exc. à 30 ° 502Nm
4 à 5 fois poids du corps

Ratio excentrique à 0,7

RESULTATS SUR LA REPRISE SPORTIVE

TOUS ONT REPRIS LE SPORT

REPRISE DE L'ACTIVITE SPORTIVE AU MEME NIVEAU:

Opérés**19/19**

RAE seul.....**14/14**

CORSET + RAE.....**14/17**

Total.....**47/50** soit **94%**

DISCUSSION

Littérature:

Delecluse 1999 Rachis

sur 10 athlètes porteurs de HD opérés
20% ont repris au même niveau
90% ont pu reprendre une activité sportive

Salvalli 2000 Rachis

Sportifs opérés de HD : reprise au même niveau pour 48% des athlètes

DISCUSSION

Littérature:

Matsunga 1993 Spine

26 athlètes de haut niveau ayant bénéficié d'une discéctomie ou nucléotomie percutanée

6 des 11 ayant bénéficié d'une discéctomie ont repris l'activité sportive et 3/11 seulement au même niveau soit 27%

DISCUSSION

Littérature:

Wang Spine 99

Insiste sur la rééducation après discéctomie chez le sportif

En effet sur 14 athlètes opérés de HD 90% ont repris le sport de compétition après un programme de rééducation intensive

CONCLUSION

Les programmes de restauration fonctionnelle du rachis appliqués aux sportifs lombalgiques sont efficaces et appréciés

Ils peuvent être débutés après une courte phase d'immobilisation à visée antalgique

CONCLUSION

Pas de différence significative entre les 3 populations

Améliorations significatives des performances pour les 3 groupes

Programme de réathlétisation efficace pour les 3 populations