Quels traitements actuels pour les tassements vertébraux ostéoporotiques?

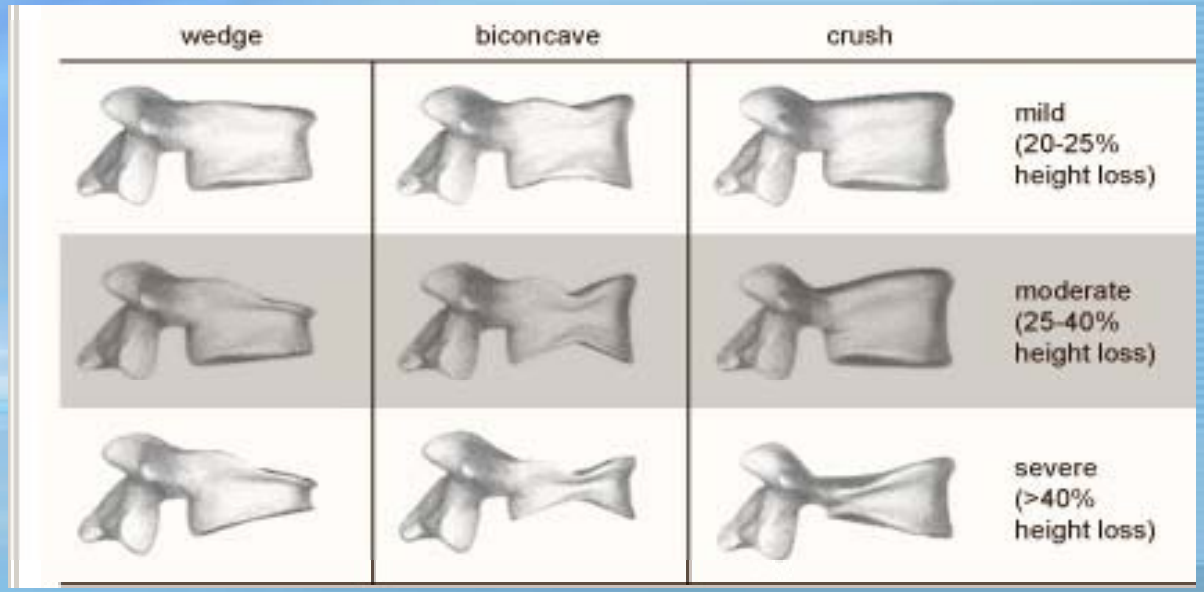
Laurent Méric de Bellefon
Rhumatologie

Plan

- **Généralités**
- Traitements médicamenteux
- Traitement invasif
- Conclusion

Généralités

> Différents types de fractures vertébrales



Genant HK & al J Bone Miner Res. 1993; 8:1137-1148

Généralités

Facteurs de risque classiques:

- Âge élevé
- IMC< 19kg/m2
- ATCD personnel de fracture vertébrale / col fémoral
- Tabagisme/alcoolisme
- Corticothérapie
- Baisse de l'acuité visuelle

Autres facteurs de risque:

- Rhumatismes inflammatoires chroniques
- Maladie coeliaque
- Maladies inflammatoires chroniques intestinales

Généralités

- **Surmortalité**:
  - après fracture vertébrale, mortalité plus élevée chez homme que chez femme
  - si fracture vertébrale ou fracture majeure (bassin, fémur distal, tibial proximal, humérus et >3 côtes)

- **Effet « dose »** des fractures
  - au cours d'une 2ème fracture, risque x 2-4

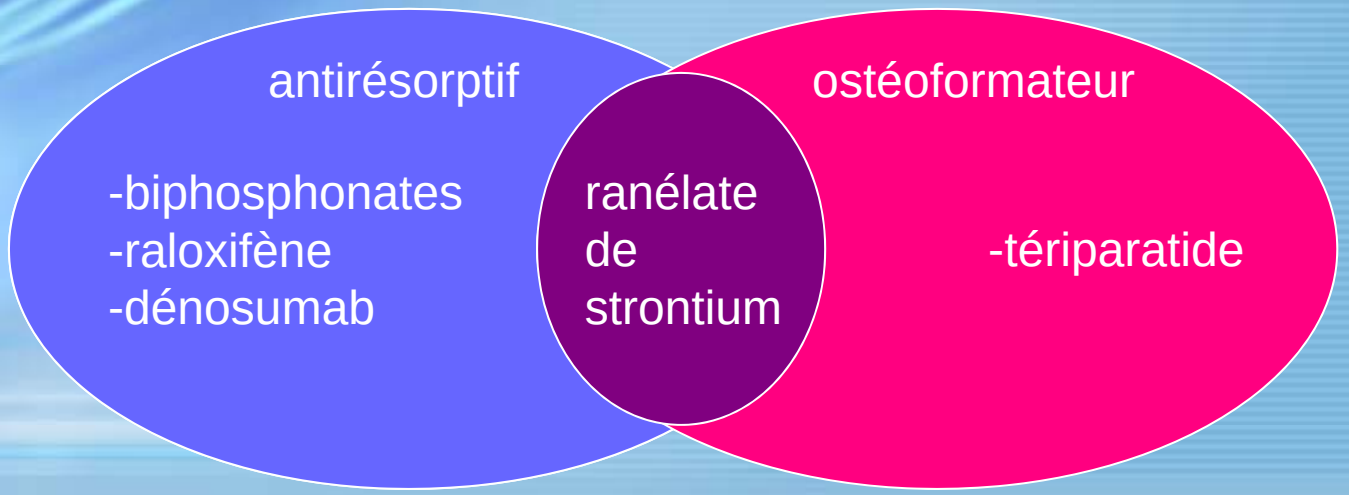
- Cyphose dorsale et pathologies respiratoires

Plan

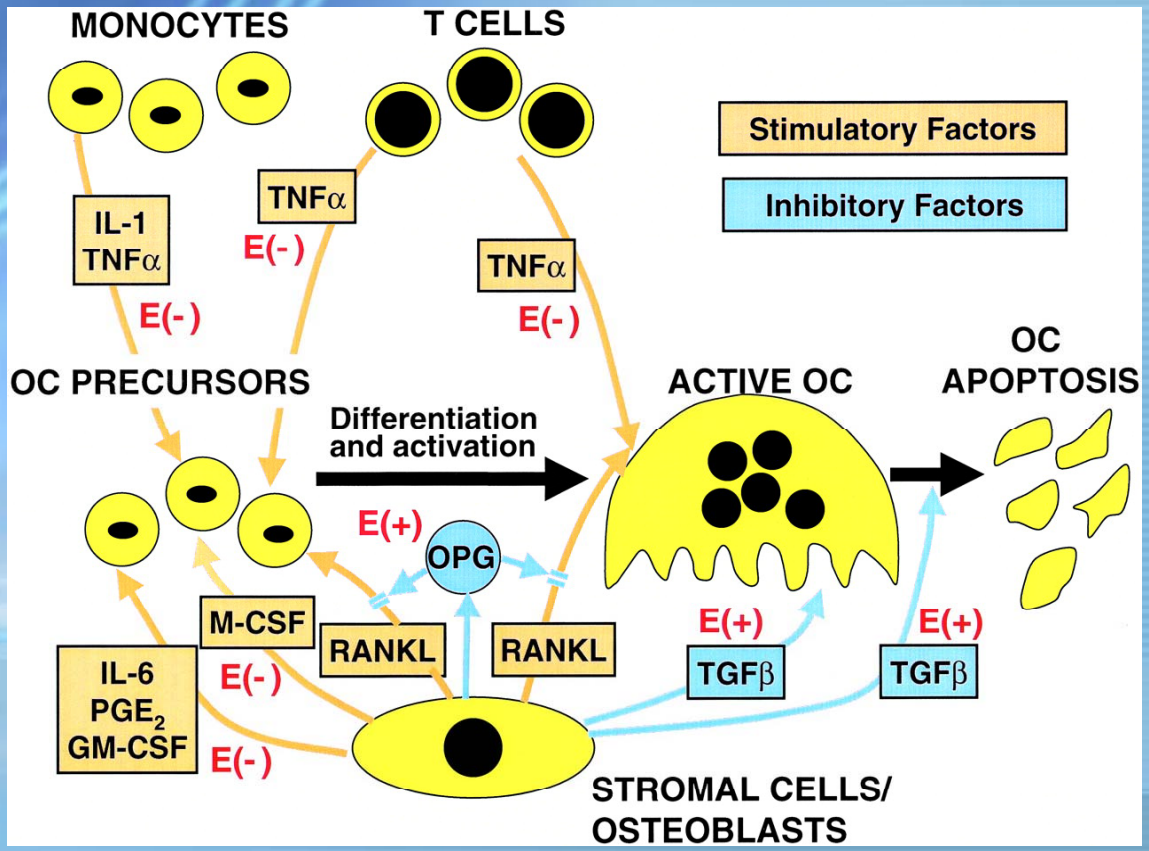
- Généralités
- **Traitements médicamenteux**
- Traitement invasif
- Conclusion

Les traitements

- Médicamenteux > PREVENTION I^{aire} ou II^{aire}

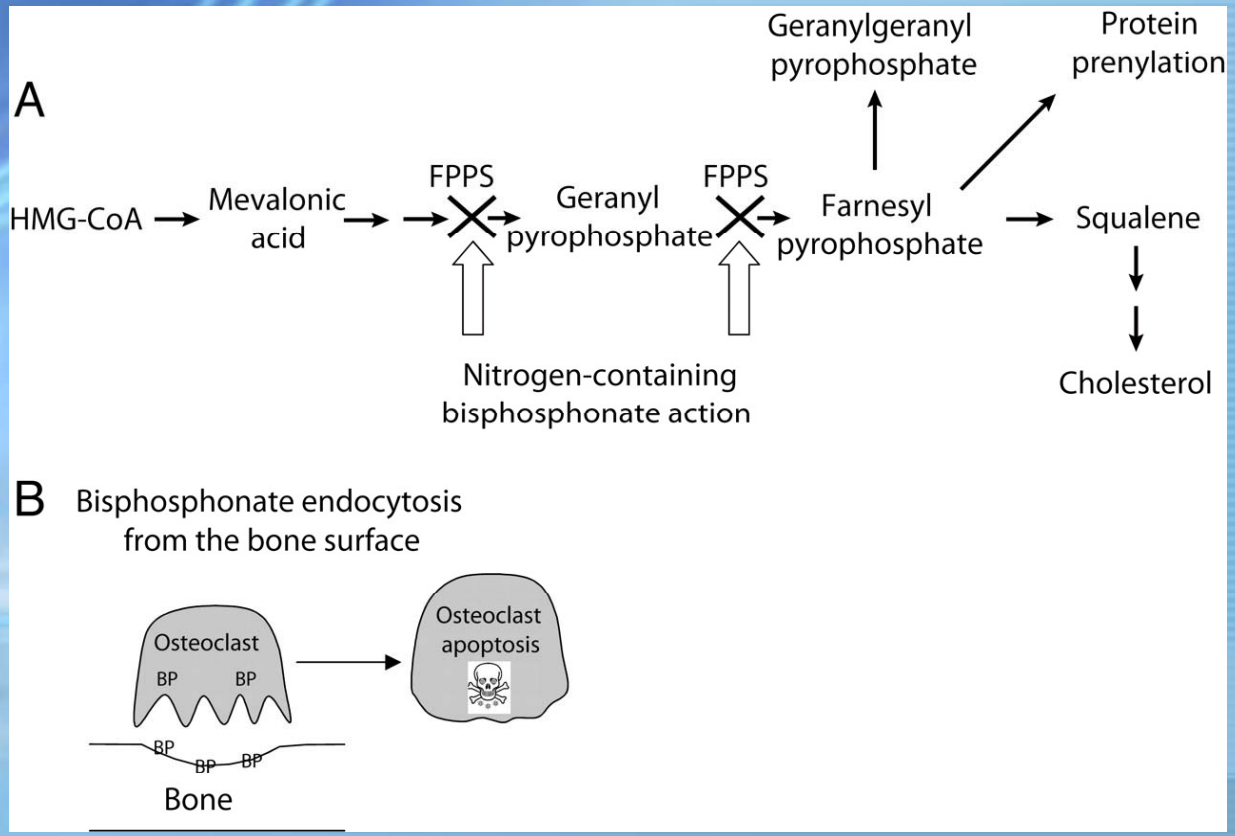


> Effets des oestrogènes



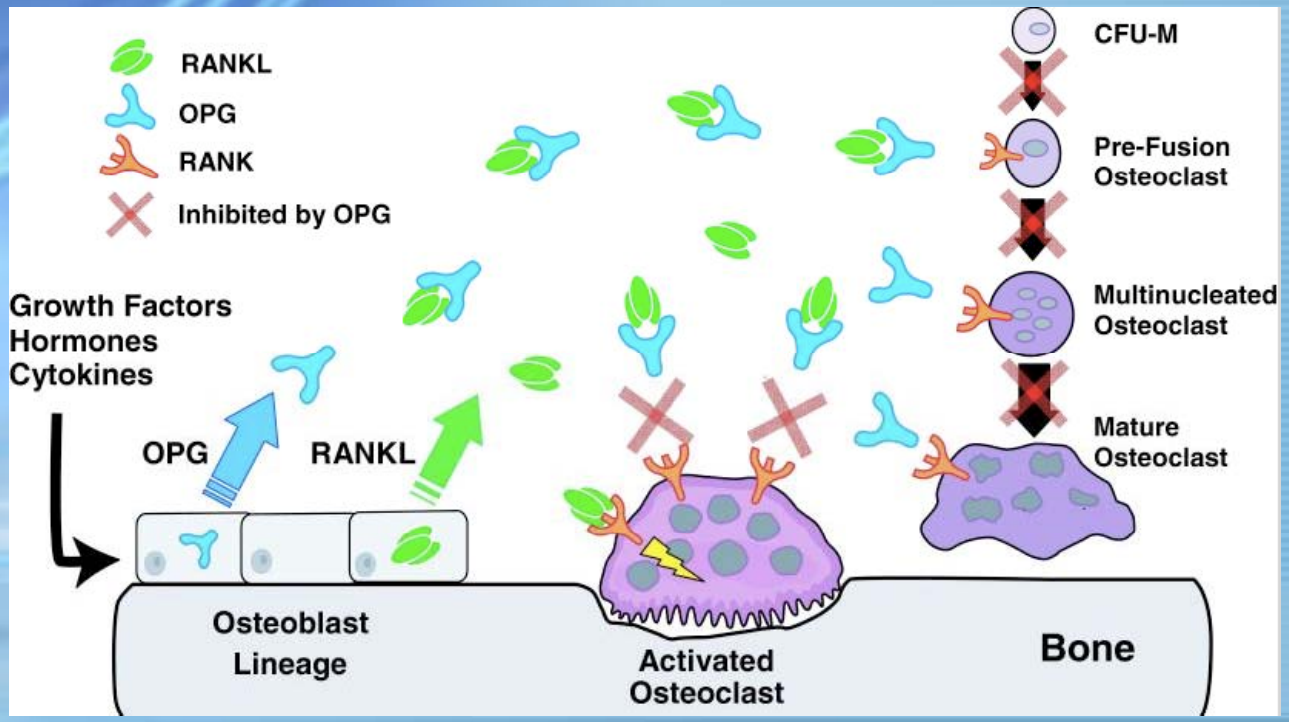
Riggs, B. L. et al. Endocr Rev 2002;23:279-302

> Effets des biphosphonates

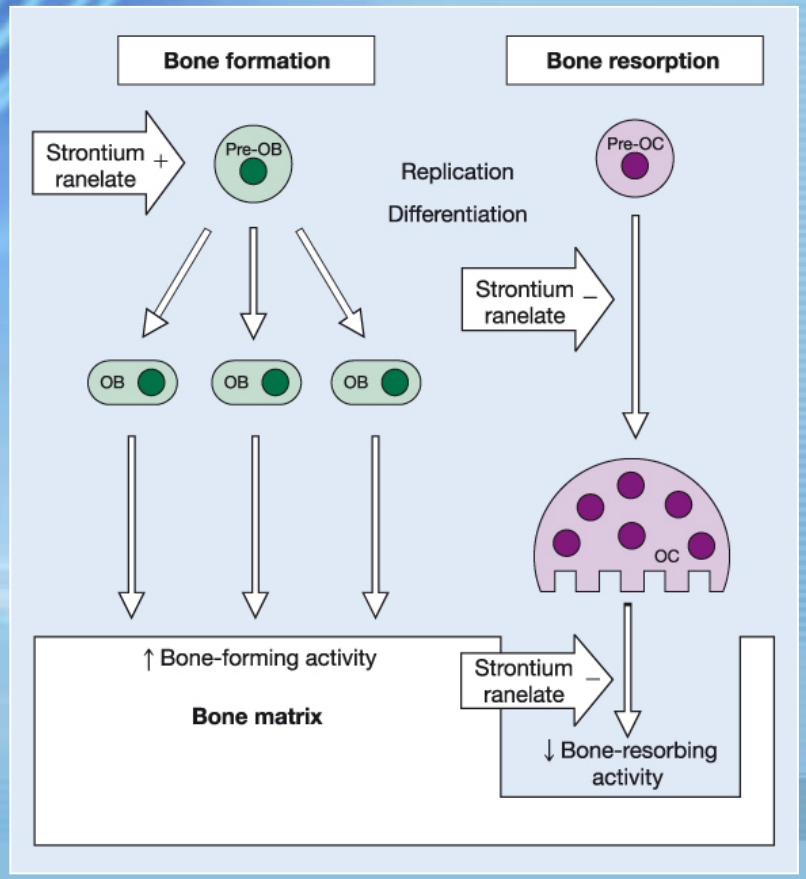


Drake M T et al. Mayo Clin Proc. 2008;83:1032-1045

> Le système RANK/RANK ligand



> Cas du ranélate de strontium



Les traitements médicamenteux: efficacité clinique

>Efficacité des traitements médicamenteux

- Nombre de patientes ostéoporotiques à traiter pour éviter une nouvelle fracture

  - pour les femmes ménopausées > 65 ans sans fracture (prévention primaire): autour de **60**

  - pour les femmes ménopausées > 65 ans avec au moins une fracture vertébrale (prévention secondaire): autour de **20**

> Définition de l'échec thérapeutique

- Chez femme avec ostéoporose sévère ayant des apports vitamino-calciques corrects et une bonne adhésion au traitement (marqueurs osseux bas), **échec si un des critères suivants**:

  - nouvelle # majeure après > 1 an de traitement
  - plusieurs # mineures
  - baisse de la DMO > 0,03g/cm2

> Que faire en cas de fracture sous traitement anti-ostéoporotique?

- Exclure autres causes de déminéralisation osseuse:
  - ostéomalacie, hyperparathyroïdie, myélome, hyperthyroïdie

> **Bilan biologique à demander**:
* vitesse de sédimentation, électrophorèse des protéines, dosage des chaînes légères sériques si hypogammaglobulinémie,
* bilan phosphocalcique: Ca, P, PAL, créatininémie, calciurie, phosphaturie; si anormal, PTH et 25(OH)vitamine D
* fonction thyroïdienne: TSH,
* marqueurs remodelage osseux: CTX sériques

> Que faire en cas de fracture sous traitement anti-ostéoporotique?

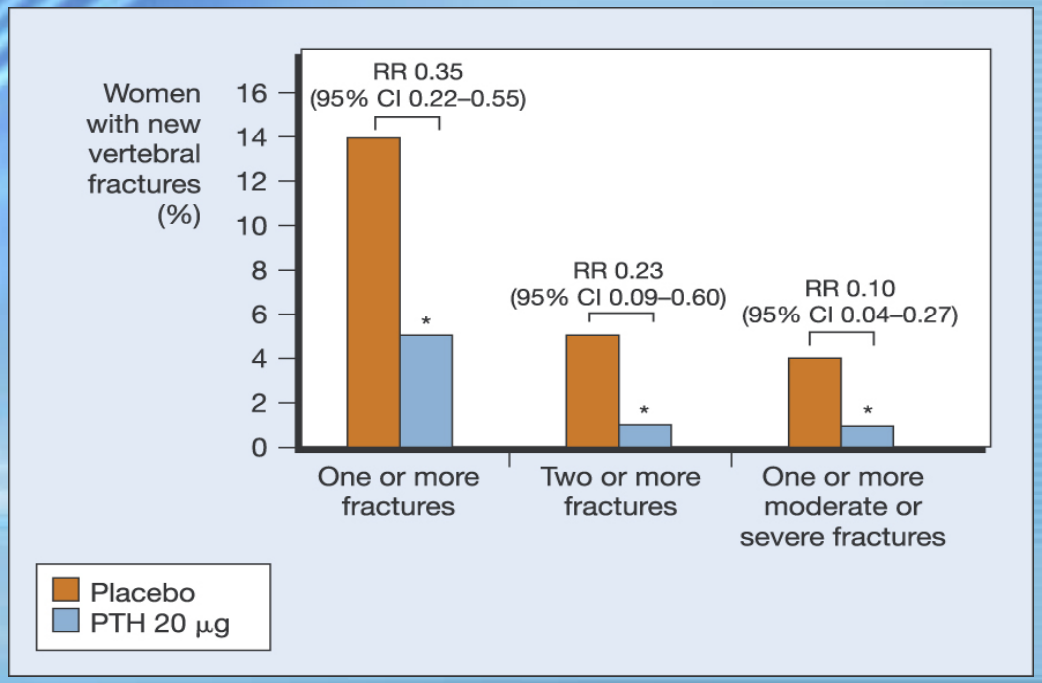
- Exclure autres causes de déminéralisation osseuse:
  - ostéomalacie, hyperparathyroïdie, myélome, hyperthyroïdie
- Vérifier l'observance thérapeutique
- Vérifier la suplémentation vitamino-calcique
- Prendre en compte le délai de survenue de la fracture par rapport au début du traitement
- Pas de retard de consolidation (étude HORIZON) si les biphosphonates sont maintenus
  - effet rémanent de plusieurs mois

> Que faire en cas de fracture sous traitement anti-ostéoporotique?

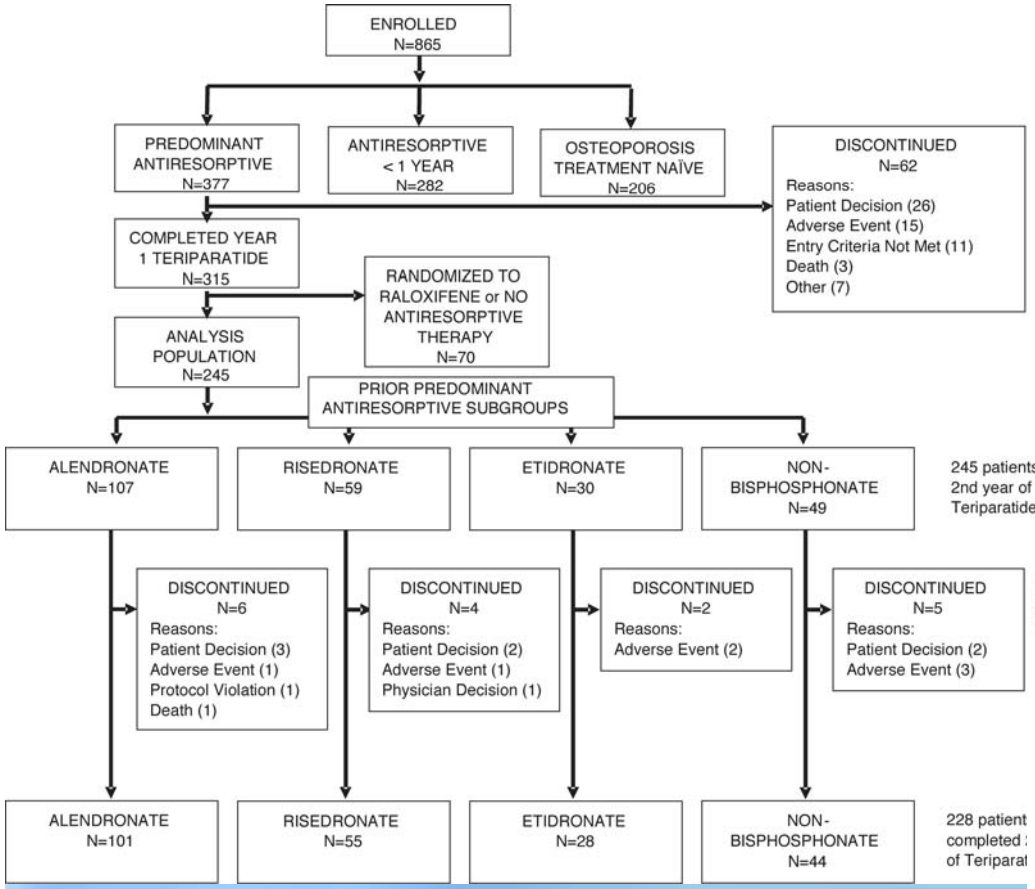
- Biphosphonates après biphosphonates > pas d'augmentation de DMO
- Ranélate de strontium après biphosphonates > le premier est alors moins actif
- Tériparatide

> Que faire en cas de fracture sous traitement anti-ostéoporotique?

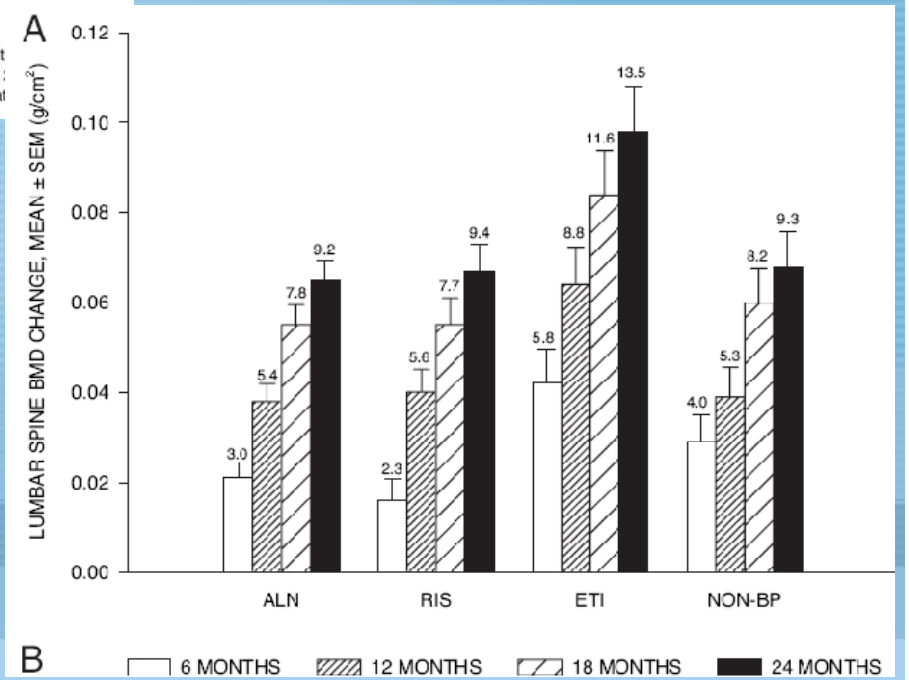
Tériparatide



N Engl J Med. 2001;344:1434–1441


ENROLLED
N=865
PREDOMINANT ANTIRESORPTIVE
N=377
ANTIRESORPTIVE < 1 YEAR
N=282
OSTEOPOROSIS TREATMENT NAÏVE
N=206
DISCONTINUED
N=62
Reasons:
Patient Decision (26)
Adverse Event (15)
Entry Criteria Not Met (11)
Death (3)
Other (7)
COMPLETED YEAR 1 TERIPARATIDE
N=315
RANDOMIZED TO RALOXIFENE or NO ANTIRESORPTIVE THERAPY
N=70
ANALYSIS POPULATION
N=245
PRIOR PREDOMINANT ANTIRESORPTIVE SUBGROUPS
ALENDRONATE
N=107
RISEDRONATE
N=59
ETIDRONATE
N=30
NON-BISPHOSPHONATE
N=49
245 patients started 2nd year of Teriparatide
DISCONTINUED
N=6
Reasons:
Patient Decision (3)
Adverse Event (1)
Protocol Violation (1)
Death (1)
DISCONTINUED
N=4
Reasons:
Patient Decision (2)
Adverse Event (1)
Physician Decision (1)
DISCONTINUED
N=2
Reasons:
Adverse Event (2)
DISCONTINUED
N=5
Reasons:
Patient Decision (2)
Adverse Event (3)
17 patients discontinued in year 2
ALENDRONATE
N=101
RISEDRONATE
N=55
ETIDRONATE
N=28
NON-BISPHOSPHONATE
N=44
228 patient
completed
of Teriparat

J Clin Endocrinol Metab, March 2008, 93(3):852–860


A
LUMBAR SPINE BMD CHANGE, MEAN ± SEM (g/cm²)
0.12
0.10
0.08
0.06
0.04
0.02
0.00
3.0
5.4
7.8
9.2
2.3
5.6
7.7
9.4
5.8
8.8
11.6
13.5
4.0
5.3
8.2
9.3
ALN
RIS
ETI
NON-BP
B
6 MONTHS
12 MONTHS
18 MONTHS
24 MONTHS

> Critères pour Forstéo(tériparatide)

Je soussigné, docteur en médecine, spécialiste reconnu en rhumatologie, en physiothérapie ou en médecine interne, certifie que la patiente ménopausée mentionnée ci-dessus souffre d'une ostéoporose sévère et remplit simultanément toutes les conditions suivantes :

☐ Un remboursement préalable d'au moins 12 mois avec un bisphosphonate ou un SERM;

et

☐ Un T-score calculé par rapport à une population de référence féminine < -2,5 au niveau de la colonne lombaire (L1-L4 ou L2-L4) ou de la hanche (zone totale ou zone propre du col) lors d'un examen réalisé par la technique d'absorptiométrie radiologique à double énergie effectué au maximum 6 mois avant la demande de remboursement;

et

☐ Au moins 2 fractures vertébrales, définies par une réduction d'au moins 25%, et d'au moins 4 mm en valeur absolue, de la hauteur du bord antérieur ou postérieur ou du centre des vertèbres considérées, démontrées par un examen radiologique. Au moins une des deux fractures est survenue après 12 mois de thérapie avec un bisphosphonate ou un SERM.

Je certifie en ma qualité de médecin spécialiste que ma patiente présente une aggravation de son ostéoporose.

Je joins au présent formulaire le protocole de la radiographie et de l'absorption radiologique à double énergie.

Sur base de ces éléments, je demande au Médecin-conseil le remboursement de Forsteo® à 20 microgrammes par jour pour une période de 9 mois, ce qui porte le nombre total de conditionnements nécessaires à 10 stylos pré-remplis.

> Que faire en cas de fracture sous traitement anti-ostéroporotique?

- Biphosphonates après biphosphonates > non
- Ranélate de strontium après biphosphonates > le premier est alors moins actif
- Tériparatide

- Biphosphonates après tériparatide
  - maintien de la DMO par raloxifène et biphosphonates (EUROFORS 2009)

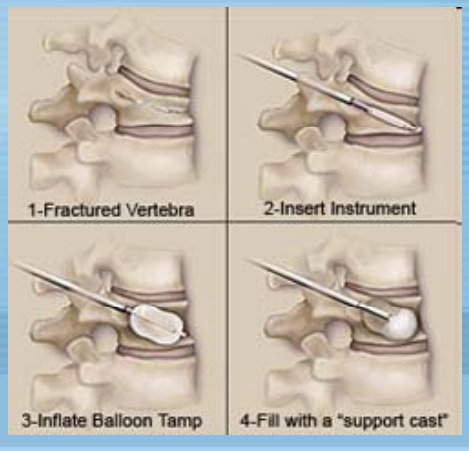
Plan

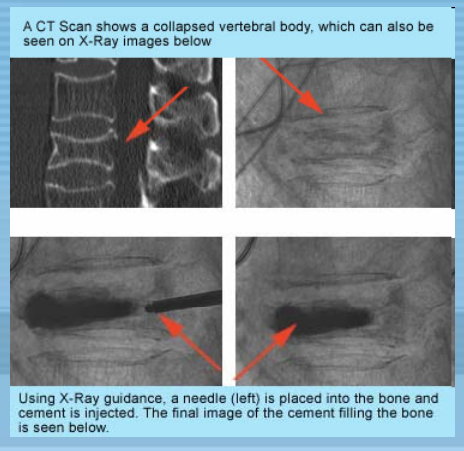
- Généralités
- Traitements médicamenteux
- **Traitement invasif**
- Conclusion

Traitement invasif: les vertébroplasties

Vertébroplasties

- Technique: injection de polyméthylméthacrylate (PMMA) dans le corps vertébral
- Indication classique: douleur persistante malgré traitement médical surtout en cas de fracture non consolidée
  - notion de vide intra-somatique
  - mobile





Eur Spine J. 2006 Dec;15(12):1749-58. Epub 2006 Jul 6.

Percutaneous vertebroplasty as a treatment for osteoporotic vertebral compression fractures: a systematic review.

Ploeg WT, Veldhuizen AG, The B, Sietsma MS.

Orthopaedic Surgery, Martini Hospital, Groningen, The Netherlands.

the majority was asymptomatic, a few devastating clinical adverse effects were reported (mean 2.4%). Although percutaneous vertebroplasty is a widely accepted treatment for osteoporotic vertebral fractures, we revealed only a single controlled trial We conclude that there are insufficient data available to reliably assess efficacy of percutaneous vertebroplasty. The procedure has a low rate of clinical complications, but potential complications can be devastating. In the future, assessing the efficacy of percutaneous vertebroplasty requires controlled trials with long-term follow-up.

- En 2006, beaucoup de d'études observationnelles mais une seule étude contrôlée contre placebo.

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

ESTABLISHED IN 1812 AUGUST 6, 2009 VOL. 361 NO. 6

A Randomized Trial of Vertebroplasty for Osteoporotic Spinal Fractures

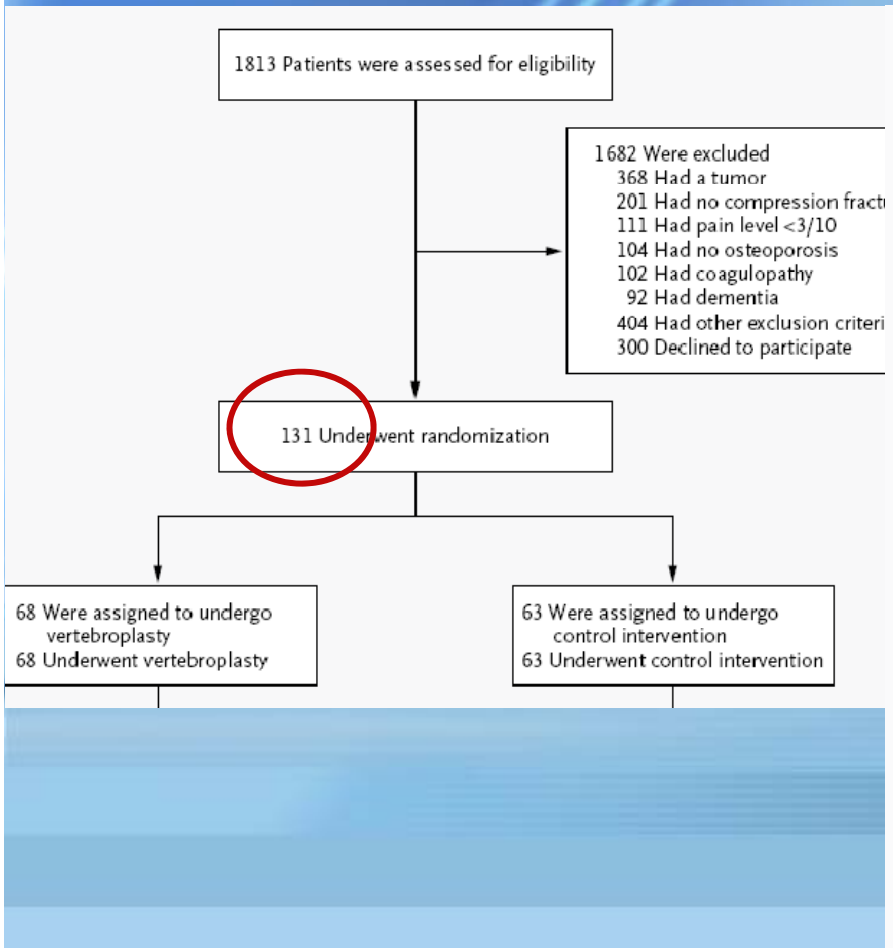
David F. Kallmes, M.D., Bryan A. Comstock, M.S., Patrick J. Heagerty, Ph.D., Judith A. Turner, Ph.D., David J. Wilson, F.R.C.R., Terry H. Diamond, F.R.A.C.P., Richard Edwards, F.R.C.R., Leigh A. Gray, M.S., Lydia Stout, B.S., Sara Owen, M.Sc., William Hollingworth, Ph.D., Basavaraj Ghdoke, M.D., Deborah J. Annesley-Williams, F.R.C.R., Stuart H. Ralston, F.R.C.P., and Jeffrey G. Jarvik, M.D., M.P.H.

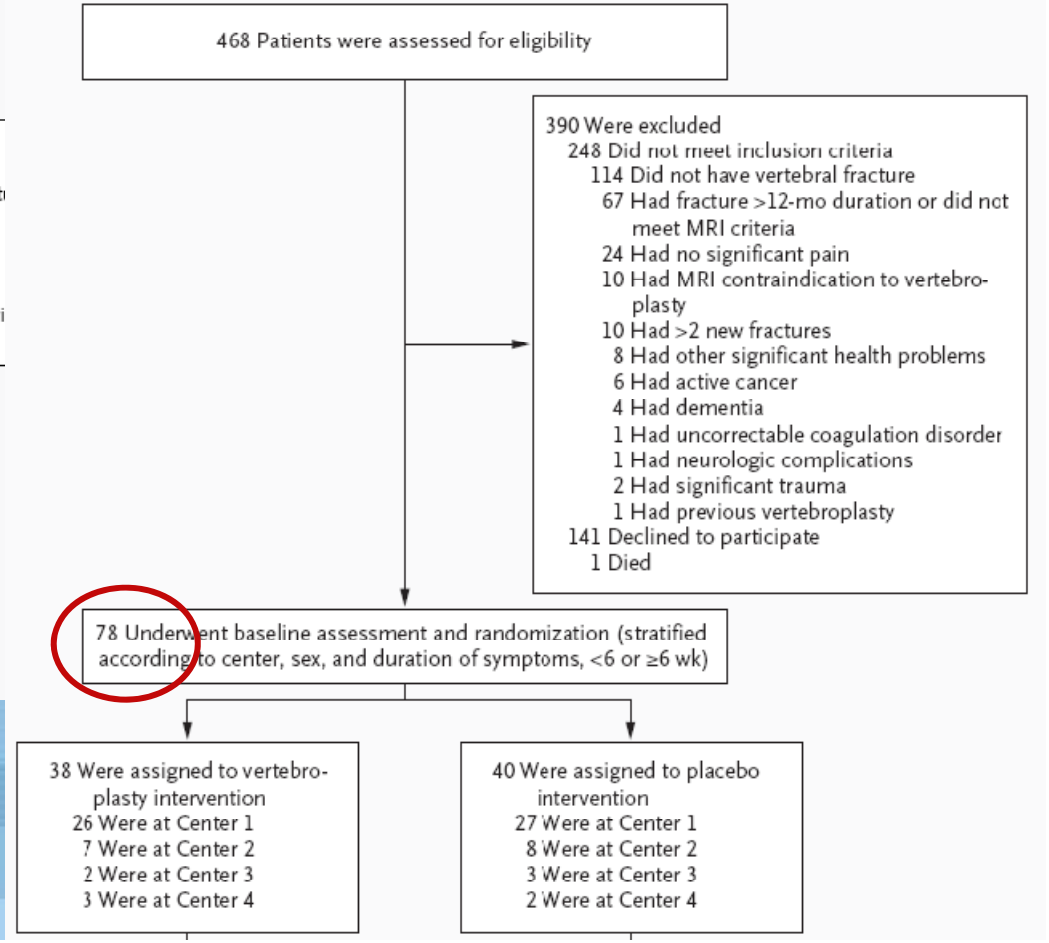
A Randomized Trial of Vertebroplasty for Painful Osteoporotic Vertebral Fractures

Rachelle Buchbinder, Ph.D., Richard H. Osborne, Ph.D., Peter R. Ebeling, M.D., John D. Wark, Ph.D., Peter Mitchell, M.Med., Chris Wriedt, M.B., B.S., Stephen Graves, D. Phil., Margaret P. Staples, Ph.D., and Bridie Murphy, B.Sc.

Méthode

Patients avec > 1 fracture vertébrale (D4-L5) symptomatique de < 1 an





Méthode

- Concept du placebo:
  - insertion des trocarts dans le corps vertébral, préparation du PMMA (pour l'odeur...), pas d'insertion de l'aiguille

- Objectif: Douleur moyenne (EVA) sur la semaine écoulée jusqu'à 6 mois

Résultats 1ère étude

Table 2. Primary Outcomes (Intention-to-Treat Analyses).*

Measure	Vertebroplasty Group	Control Group	Treatment Effect (95% CI)†	P Value†
RDQ‡				
At baseline	16.6±3.8	17.5±4.1		
At 3 days	13.0±5.2	12.5±5.5	−0.9 (−2.7 to 0.8)	0.30
At 14 days	12.4±5.8	12.3±5.9	−0.6 (−2.4 to 1.2)	0.35
At 1 mo	12.0±6.3	13.0±6.4	0.7 (−1.3 to 2.8)	0.49
Pain intensity§				
At baseline	6.9±2.0	7.2±1.8		
At 3 days	4.2±2.8	3.9±2.9	−0.4 (−1.5 to 0.5)	0.37
At 14 days	4.3±2.9	4.5±2.8	0.1 (−0.8 to 1.1)	0.77
At 1 mo	3.9±2.9	4.6±3.0	0.7 (−0.3 to 1.7)	0.19

Résultats 2ème étude

Table 2. Outcomes at 1 Week and at 1, 3, and 6 Months, According to Intervention Group.*

Outcome Measure	1 Week			1 Month		
	Change in Vertebroplasty Group	Change in Placebo Group	Adjusted Between-Group Mean Difference (95% CI)†	Change in Vertebroplasty Group	Change in Placebo Group	Adjusted Between-Group Mean Difference (95% CI)†
Pain score‡						
Overall	1.5±2.5	2.1±2.8	−0.7 (−1.8 to 0.4)	2.3±2.6	1.7±3.3	0.5 (−0.8 to 1.7)
At rest	0.8±3.0	1.3±3.9	−0.2 (−1.5 to 1.1)	1.4±2.9	1.2±4.0	0.5 (−0.9 to 1.8)
In bed at night	0.9±2.7	0.4±2.8	−0.1 (−1.3 to 1.1)	1.9±2.8	0.5±3.3	0.8 (−0.5 to 2.1)
QUALEFFO total score§	−0.5±7.4	3.6±9.2	−4.0 (−7.8 to −0.2)	2.8±9.3	2.4±12.3	0.9 (−4.2 to 6.0)
AQoL score¶	0.0±0.2	0.0±0.2	0.0 (−0.1 to 0.1)	0.0±0.2	0.1±0.3	0.0 (−0.1 to 0.1)
RDQ score‖	1.8±5.0	4.0±6.8	−2.1 (−5.2 to 0.9)	4.4±6.6	3.1±6.8	1.7 (−1.8 to 5.2)
EQ–5D score**	0.1±0.3	0.1±0.3	0.0 (−0.1 to 0.2)	0.1±0.3	0.1±0.3	0.0 (−0.1 to 0.1)
	Change in Vertebroplasty Group	Change in Placebo Group	Relative Risk (95% CI) ††	Change in Vertebroplasty Group	Change in Placebo Group	Relative Risk (95% CI) ††
Perceived pain — no. (%)‡‡						
Better	6 (16)	13 (35)	0.5 (0.2 to 1.1)	12 (34)	9 (24)	1.5 (0.7 to 3.0)
No change	26 (70)	23 (62)		21 (60)	20 (53)	
Worse	5 (14)	1 (3)		2 (6)	9 (24)	

Résultats 2ème étude

3 Months			6 Months		
Change in Vertebroplasty Group	Change in Placebo Group	Adjusted Between-Group Mean Difference (95% CI)†	Change in Vertebroplasty Group	Change in Placebo Group	Adjusted Between-Group Mean Difference (95% CI)†
2.6±2.9	1.9±3.3	0.6 (–0.7 to 1.8)	2.4±3.3	2.1±3.3	0.1 (–1.2 to 1.4)
1.4±3.4	1.5±3.7	0.1 (–1.1 to 1.4)	2.0±3.2	0.9±3.2	0.3 (–0.9 to 1.5)
1.6±2.9	0.8±3.4	0.2 (–0.9 to 1.3)	1.5±3.6	1.6±3.6	–0.2 (–1.6 to 1.1)
6.0±9.6	6.1±13.7	0.7 (–4.4 to 5.7)	6.4±13.4	6.1±13.4	0.6 (–5.1 to 6.2)
0.0±0.2	0.1±0.3	0.0 (–0.1 to 0.1)	0.0±0.3	0.1±0.3	0.1 (–0.1 to 0.2)
3.7±5.4	5.3±7.2	–1.5 (–4.8 to 1.7)	4.1±5.8	3.7±5.8	0.0 (–3.0 to 2.9)
0.2±0.3	0.2±0.4	0.0 (–0.1 to 0.2)	0.2±0.4	0.2±0.4	0.0 (–0.1 to 0.2)
Change in Vertebroplasty Group	Change in Placebo Group	Relative Risk (95% CI)††	Change in Vertebroplasty Group	Change in Placebo Group	Relative Risk (95% CI)††
14 (39)	12 (32)	1.2 (0.6 2.2)	16 (46)	15 (42)	1.1 (0.6 to 1.9)
19 (53)	18 (49)		12 (34)	16 (44)	
3 (8)	7 (19)		7 (20)	5 (14)	

Conclusions des auteurs

- Ces deux études prospectives, randomisées contre placebo ne démontrent pas de différence entre les les groupes vertébroplastie et placebo en terme de réduction des douleurs!

- Les études non contrôlées surestiment les bénéfices des traitements en ne prenant pas en compte l'évolution naturelle de la « pathologie »

Plan

- Généralités
- Traitements médicamenteux
- Traitement invasif
- **Conclusion**

Conclusions générales

1ère fracture vertébrale ostéoporotique

Biphosphonates
Ranelate de strontium
Traitement antalgique

2ème fracture

Échec thérapeutique?

- Compliance?
- Durée du traitement < 1 an?
- Autres causes de déminéralisation?

Forstéo (max 18 mois)

Raloxifène
biphosphonate

Bientôt
Prolia (denosumab)

Table 1. Baseline Characteristics of the Patients.*

Characteristic	Vertebroplasty Group (N=68)	Control Group (N=63)
Study center — no. (%)		
United States		
Mayo Clinic	14 (21)	16 (25)
Other than Mayo Clinic	15 (22)	12 (19)
United Kingdom	26 (38)	26 (41)
Australia	13 (19)	9 (14)
Age — yr	73.4±9.4	74.3±9.6
White race — no. (%)†	67 (99)	60 (95)
Female sex — no. (%)	53 (78)	46 (73)
Education — no. (%)		
Less than high school	36 (53)	26 (41)
High school	13 (19)	23 (37)
Some college	10 (15)	7 (11)
College graduate	9 (13)	7 (11)
Married or living with partner — no. (%)	42 (62)	27 (43)
Employment status — no. (%)		
Employed full- or part-time	7 (10)	5 (8)
Retired	42 (62)	39 (62)
Disabled	10 (15)	10 (16)
Other	9 (13)	9 (14)
Current smoker — no. (%)	12 (18)	9 (14)
Comorbidity index‡	1.9±2.1	2.0±1.9
Receiving worker's compensation — no. (%)	9 (13)	7 (11)
Pain duration		
Mean — wk	16	20
Interquartile range — wk	10–36	8–38
Period — no. (%)		
1–13 wk	30 (44)	24 (38)
14–26 wk	14 (21)	15 (24)
27–39 wk	8 (12)	9 (14)
40–52 wk	16 (24)	15 (24)
No. of spinal levels treated — no. (%)		
1	48 (71)	41 (65)
2	13 (19)	14 (22)
3	7 (10)	8 (13)
Self-reported use of opioid analgesic — no. (%)	38 (56)	40 (63)
RDQ score §	16.6±3.8	17.5±4.1
Average pain intensity during past 24 hr¶	6.9±2.0	7.2±1.8

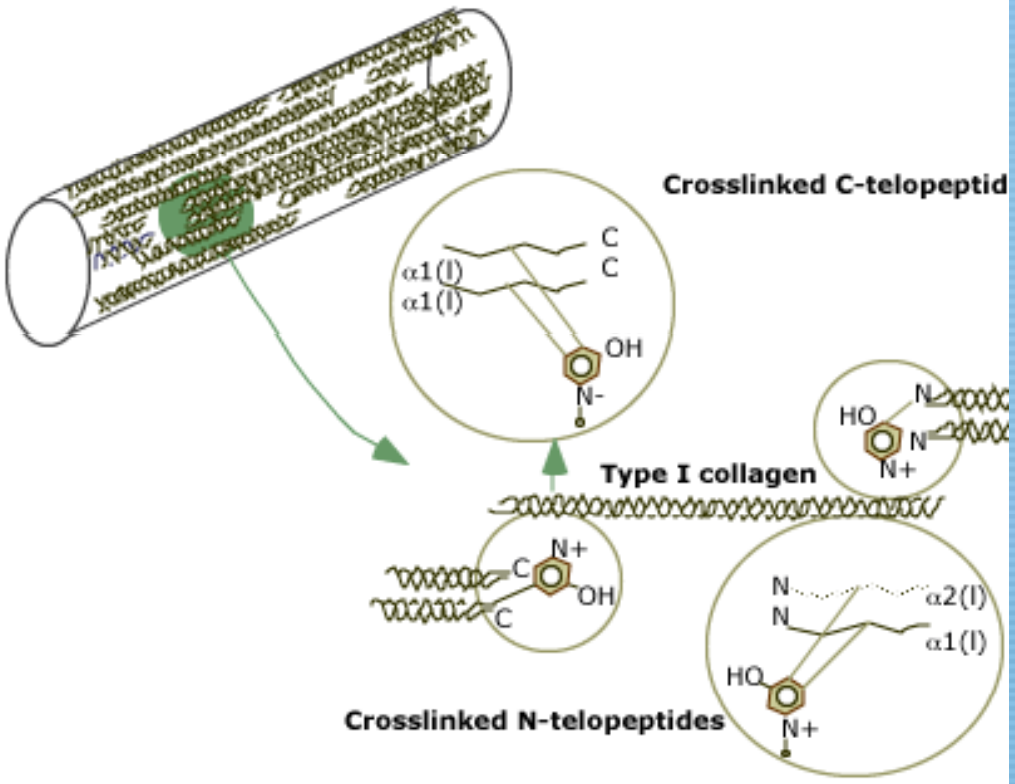
Table 1. (Continued.)

Characteristic	Vertebroplasty Group (N=68)	Control Group (N=63)
SF-36 score‖		
Physical component	25.3±7.8	25.3±7.3
Mental component	44.8±11.8	41.5±14.1
Pain Frequency Index score**	3.0±0.8	3.1±0.8
Pain Bothersomeness Index score*	2.9±0.7	3.1±0.8
EQ–5D score††	0.57±0.18	0.54±0.23
SOF–ADL score‡‡	10.0±3.6	10.3±2.8

Table 1. Baseline Characteristics of the Study Partic

Characteristic	Vertebroplasty (N=38)	Placebo (N=40)
Age — yr	74.2±14.0	78.9±9.5
Female sex — no. (%)	31 (82)	31 (78)
Duration of back pain — wk		
Median	9.0	9.5
Interquartile range	3.8–13.0	3.0–17.0
Duration of symptoms <6 wk — no. (%)	12 (32)	13 (32)
Body-mass index†	25.6±5.5	24.6±5.7
Duration of corticosteroid use — yr‡		
Median	3.0	2.0
Interquartile range	0.3–10.8	0.3–12.5
Pain score§		
Overall	7.4±2.1	7.1±2.3
At rest	4.5±2.3	4.8±2.8
In bed at night	4.8±3.0	3.6±3.2
QUALEFFO total score¶	56.9±13.4	59.6±17.1
AQoL score‖	0.33±0.25	0.27±0.26
RDQ score**	17.3±2.8	17.3±2.9
EQ–5D score††	0.30±0.32	0.28±0.33
Timed Up and Go test — sec‡‡	20.5±8.8	23.9±13.8
Medication for osteoporosis — no. (%)		
Any	35 (92)	37 (92)
Calcium supplements	27 (71)	25 (62)
Vitamin D	14 (37)	18 (45)
Bisphosphonates	31 (82)	32 (80)
One or more previous vertebral fractures — no. (%	18 (47)	21 (52)
Opioids for pain — no. (%)	30 (79)	34 (85)

Collagen crosslinks



Schematic representation of collagen crosslinks in bone. Colla
fibrils in bone are strengthened by trivalent pyridinoline cross
which connect two N- or C-terminal telopeptides of one colla
molecule to the triple helical domain of an adjacent molecule.
*Adapted from Eyre DR. Biochemical basis of collagen metabolites as bon
turnover markers. In Principles of Bone Biology, Bilezikian, JP, Raisz, LG
Rodan, GA (Eds), Academic Press, New York, 1996.*

UpToDate

Faut-il interrompre le traitement d'une ostéoporose sévère qui est stabilisée?

1. Maintien du bénéfice apporté dans la durée
2. Maintien du bénéfice après arrêt des traitements
3. Risques d'un traitement au long cours

Asian Spine Journal
Vol. 4, No. 2, pp 102~108, 2010
doi:10.4184/asj.2010.4.2.102

Comparison of Kyphoplasty and Lordoplasty in the Treatment of Osteoporotic Vertebral Compression Fracture

Acta Neurochir Suppl. 2011;108:163-170.

Kyphoplasty in the Treatment of Osteoporotic Vertebral Compression Fractures (VCF) : Procedure Description and Analysis of the Outcomes in 128 Patients.

Molina GS, Campero A, Feito R, Pombo S.

Instituto de Neurociencias, Columna Vertebral y Dolor, Calle 38-740, CP:1900, La Plata, Argentina, guillermofmolina@ciudad.com.ar.

Abstract

In recent years, the advent of percutaneous techniques in the management of osteoporotic vertebral compression fractures has proven to be a great step forward in the evolution of patients suffering from this pathology.Vertebroplasty, which was developed in 1984 by Galibert and Deramond, presents the disadvantage of leakage of the cementation material and the impossibility to restore spinal deformity. Kyphoplasty has shown to be almost a definite solution to these problems. The description of the technique, its indications, and the outcomes resulting from our series of 200 vertebral fractures in 128 patients are presented in this paper.

1) Maintien du bénéfice apporté dans la durée

Traitement	Durée études (an)	Fractures vertébrales	Fractures périphériques	Fracture hanche	Extension (an)	Risque si tt prolongé?
alendronate	4	x	x	x	10	non
risédronate	5	x	x	x	7	non
ibandronate	3	x	x (post hoc)		Non	
zoléndronate	3	x	x	x	non	
Ranélate de strontium	5	x	x (post hoc)	x	8	non
raloxifène	4	x			8	non
Tériparatide	1,5	x	x		non	Chez animal, ostéosarcomes

2) Maintien du bénéfice après arrêt du traitement

- Pour toutes les molécules, diminution de la DMO après arrêt des traitements

- Mais aucun donnée sur le risque fracturaire

3) Risques des traitements au long cours

- **Ostéonécrose de machoires** sous biphosphonates
  - 1 à 12% au cours d'un traitement par biphosphonate IV dans le traitement des pathologies malignes
  - incidence de 1/100.000 patients.années avec les biphosphonates per os au cours de l'ostéoporose
  - aucun cas d'ONM sur 24.500 prescription d'Aclasta en 2008
- Les **fractures atypiques** (sous-trochantérienne, diaphyse fémorale) sous alendronate
  - actuellement considérées comme des # ostéoporotiques classiques

Études observationnelles

1. McGraw JK, Cardella J, Barr JD, et al. Society of Interventional Radiology quality improvement guidelines for percutaneous vertebroplasty. J Vasc Interv Radiol 2003;14:827-31.
2. Alvarez L, Alcaraz M, Perez-Higueras A, et al. Percutaneous vertebroplasty: functional improvement in patients with osteoporotic compression fractures. Spine 2006;31:1113-8.
3. Diamond TH, Bryant C, Browne L, Clark WA. Clinical outcomes after acute osteoporotic vertebral fractures: a 2-year non-randomised trial comparing percutaneous vertebroplasty with conservative therapy. Med J Aust 2006;184:113-7.
4. Diamond TH, Champion B, Clark WA. Management of acute osteoporotic vertebral fractures: a nonrandomized trial comparing percutaneous vertebroplasty with conservative therapy. Am J Med 2003; 114:257-65.
5. Do HM, Kim BS, Marcellus ML, Curtis L, Marks MP. Prospective analysis of clinical outcomes after percutaneous vertebroplasty for painful osteoporotic vertebral body fractures. AJNR Am J Neuroradiol 2005;26:1623-8.
6. Kobayashi K, Shimoyama K, Nakamura K, Murata K. Percutaneous vertebroplasty immediately relieves pain of osteoporotic vertebral compression fractures and prevents prolonged immobilization of patients. Eur Radiol 2005;15:360-7.
7. Layton KF, Thielen KR, Koch CA, et al. Vertebroplasty, first 1000 levels of a single center: evaluation of the outcomes and complications. AJNR Am J Neuroradiol 2007;28:683-9.
8. McGraw JK, Lippert JA, Minkus KD, Rami PM, Davis TM, Budzik RF. Prospective evaluation of pain relief in 100 patients undergoing percutaneous vertebroplasty: results and follow-up. J Vasc Interv Radiol 2002;13:Suppl 1:883-6.
9. Peh WC, Gilula LA, Peck DD. Percutaneous vertebroplasty for severe osteoporotic vertebral body compression fractures. Radiology 2002;223:121-6.
10. Voormolen MH, Lohle PN, Lampmann LE, et al. Prospective clinical follow-up after percutaneous vertebroplasty in patients with painful osteoporotic vertebral compression fractures. J Vasc Interv Radiol 2006;17:1313-20.
11. Voormolen MH, Mali WP, Lohle PN, et al. Percutaneous vertebroplasty compared with optimal pain medication treatment: short-term clinical outcome of patients with subacute or chronic painful osteo-

> Suggèrent un effet antalgique immédiat et prolongé de la vertébroplastie pour les douleurs post-fractures vertébrales