الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المدرسة العليا للأساتذة
القبة – الجزائر
قسم العلوم الطبيعية

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ecole Normale Supérieure
Vieux Kouba – Alger
Département de Sciences Naturelles

العلاقة بين أيض الكالسيوم و هشاشة العظام

مذكرة تخرج لنيل شهادة أستاذ التعليم الثانوي

من إعداد الطالبات:

- روينة فيروز
- لغريب صبيرة
- عطية أسماء

تحت إشراف الأستاذة:

- بعلي الشريف حفصة

لجنة المناقشة:

- الأستاذة: بلحاج حميدة..... رئيسة.
- الأستاذة: بلكوش سليمة ..... ممتحنة.
- الأستاذة: بعلي الشريف حفصة..... مشرفة و مقرّرة.

السنة الجامعية:2014 -2015

دفعة جوان 2015

الفهرس

العنوان.....الصفحة

ـ مقدمة البحث.....1

ـ ملخص البحث.....3

الفصل الأول: النسيج العظمي

1. تركيب العظم.....6

1.1. السمحاق الخارجي.....6

2.1. السمحاق الداخلي.....7

3.1. الخلايا العظمية.....8

1.3.1. خلايا العظم الأصلية.....8

2.3.1. الخلايا البانية للعظم.....8

3.3.1. الخلايا العظمية الناضجة.....9

4.3.1. الخلايا الهادمة للعظام.....11

4.1. حشوة العظام.....12

1.4.1. المواد غير العضوية..... 12

2.4.1. المواد العضوية..... 12

2. أنواع النسيج العظمي.....13

1.2. العظم المكتنز.....13

2.2. العظم الإسفنجي.....15
3. أنــواع العظام.....16
1.3. العظام الطويلة..... 16
2.3. العظام القصيرة..... 16
3.3. العظام المسطّحة..... 16
4.3. العظام غير المنتظمة..... 16
4. تشكــيل العـظام.....17
1.4. التعظّم بين الأغشية.....17
2.4. التعظّم داخل الغضروفي.....19
5. إعادة تشكيل العظام.....23
1.5. أهم العوامل التي تؤثّر على تجديد العظام عند الإنسان البالغ..... 23
1.1.5.الضغوط الميكانيكية..... 23
2.1.5. مستوى الأيونات في السوائل خارج خلوية اللاّزم لترسيب الأملاح في العظام.....24
3.1.5. التأثيرات الهرمونية والفيتامين "د".....24
1.3.1.5. هرمون الغدد الجارات درقية..... 24
2.3.1.5. الكالسيتونين..... 24
3.3.1.5. الفيتامين "د".....24
4.3.1.5. الهرمونات الجنسية الذكرية و الأنثوية.....25
5.3.1.5. هرمونات قشرة الغدة الكظرية.....26
6.3.1.5. هرمونات الغدة الدرقية.....26

7.3.1.5. هرمون النمو.....27
8.3.1.5. البروستا جلاندينات..... 27
6. العوامل التي تؤثر على تطور الكتلة العظمية..... 27
1.6. العوامل الوراثية..... 27
2.6. الغذاء..... 27
3.6. التمارين الرياضية..... 27
4.6. الحالات المرضية.....28
5.6. الأدوية..... 28
7. وظائف العـظام..... 28

الفصل الثانـي: الفيتامين "د" و أيض الكالسيوم

1. الفيتامين "د".....31
1.1. تنشيط الفيتامين "د".....32
2.1. العوامل المؤثرة على تركيب فيتامين "د" في البشرة 33
3.1. الوظائف البيولوجية لفيتامين "د".....34
4.1. أسباب نقص فيتامين "د".....35
5.1. مصادر الفيتامين "د".....35
1.5.1. أشعة الشمس..... 35
2.5.1. المصادر والمكمّلات الغذائية..... 35
6.1. تأثير نقص الفيتامين "د".....36
2. الكالســيوم.....38
2 . 1 . الوظائف البيولوجية للكالسيوم..... 38
2 . 2 . المصادر الغذائية للكالسيوم.....39
3.2. تأثير نقص الكالسيوم.....40
2 . 4 . الإمتصاص المعوي للكالسيوم..... 40
2 . 5. التنظيم الهرموني لأيض الكالسيوم في الدم.....42

2 . 5 . 1. حالة نقص تركيز أيونات الكالسيوم في الدم..... 42
2 . 5 . 1 .1. تنظيم هرمون الغدد جارات الدرقية..... 42
2.1.5.2. تأثير1,25ديهيدروكسي فيتامين "د3 "..... 44
2.5.2. حالة زيادة تركيز أيونات الكالسيوم في الدم..... 46
1.2.5.2. تأثير هرمون الكالسيتونين..... 46
2.2.5.2. تأثير1,25ديهيدروكسي فيتامين د3 على مستوى العظام..... 47
6.2. المستقبل الخارج خلوي الحساس للكالسيوم..... 47
1.6.2. دور المستقبل الحساس للكالسيوم..... 49

الفصل الثالث: هشاشة العظام

1. مفهوم هشاشة العظام..... 51
2. أنواع هشاشة العظام..... 52
3. الأســـــباب..... 53
3. 1. الجنس..... 53
3. 2. السن..... 53
3 .3. العرق..... 53
3 .4. انقطاع الدورة الشهرية..... 53
3 .5. انخفاض هرمون التستوسترون..... 53
3 .6. قلة النشاط البدني و عدم ممارسة الرياضة..... 53
3 .7. التدخين..... 54
3 .8. تناول المشروبات الكحولية..... 55
3 .9. تناول بعض الأدوية..... 55

3 .10. الإصابة ببعض الأمراض.....55

3 .11. عدم تناول الكميات الكافية من الكالسيوم.....55

3 .12. قلة تناول الفيتامين "د".....55

3 .13. انعدام أو قلة التعرض لأشعة الشمس.....55

3 .14. تناول كميات كبيرة من القهوة.....55

3 .15. النحافة الشديدة.....55

4. الأعـــــراض.....56

1.4. كسر المعصم.....58

2.4. كسر العمود الفقري.....59

3.4. كسر الورك 60

5. تشخيص هشاشة العظام.....63

1.5. قياس الكتلة العظمية.....63

2.5. تحديد كسور العظام.....64

3.5. اختبار تحاليل الدم و البول 64

6. الوقــايــة..... 64

7.العـــــــلاج.....65

1.7. تخفيف الألم الناتج عن الكسور..... 65

2.7.التقليل من خطر الإصابة بالكسور.....66

3.7. إستعمال الأدوية.....66

ـ الخاتمة.....67
ـ قائمة المراجع.....68

فـــــهرس الأشكال

رقم الشكل عنوان الشكل الصفحة

الفصل الأول: النسيج العظمي

(1.1) يوضّح البنية النسيجية لعظم طويل.....7
(2.1) يوضّح تمايز الخلايا العظمية.....10
(3.1) يوضّح الخلية الهادمة للعظم.....11
(4.1) يوضّح البنية النسيجية للعظم المكتنز.....14
(5.1) يوضّح البنية النسيجية للعظم الإسفنجي.....15
(6.1) يوضّح أنواع العظام.....17
(7.1) يوضّح مراحل التعظّم بين الأغشية.....19
(8.1) يوضّح مراحل التعظّم الغضروفي.....22

الفصل الثاني: الفيتامين "د" و أيض الكالسيوم

(1.2) يوضّح الفرق بين فيتامين "د$_2$" و فيتامين "د$_3$".....32
(2.2) يوضّح مراحل تنشيط فيتامين"د.....33
(3.2) يوضّح تنظيم هرمون الغدد جارات الدرقية للخلايا البانية للعظم.....43
(4.2) يوضّح تنظيم هرمون الغدد جارات الدرقية لنقص الكالسيوم في الدم.....44
(5.2) يوضّح تنظيم الصورة النشطة لفيتامين "د$_3$" لعمل الخلية الطلائية للأمعاء الدقيقة.....45
(6.2) يوضّح تأثير الصورة النشطة لفيتامين "د$_3$ " على الخلايا العظمية.....46
(7.2) يوضّح بنية المستقبل الحساس للكالسيوم.....48
(8.2) يوضّح دور المستقبل الحساس للكالسيوم في تنظيم تركيب PTH.....49

الفصل الثالث: هشاشة العظام

(1.3) يوضّح مقطع عرضي لعظم هش وعظم طبيعي.....52
(2.3) يوضّح المناطق الأكثر عرضة لكسور هشاشة العظام.....57
(3.3) يوضّح أعراض هشاشة العظام.....57
(4.3) يوضّح كسر المعصم 58
(5.3) يوضّح تغيّرات شكل فقرة العمود الفقري.....60
(6.3) يوضّح كسر الورك.....61
(7.3) يوضّح تثبيت مفصل الورك بواسطة صفائح معدنية و مسامير.....62
(8.3) يوضّح استبدال مفصل الورك بمفصل اصطناعي.....62

فـــهرس الصور

رقم الصورة عنوان الصورة الصفحة

الفصل الأول: النسيج العظمي

(1.1) توضّح الخلية بانية العظم مأخوذة بالمجهر الإلكتروني الماسح بتكبير (1100×).....9
(2.1) توضّح خلية عظمية ناضجة مأخوذة بالمجهر الإلكتروني الماسح بتكبير (9160×).....10
(3.1) توضّح خلية هادمة للعظم مأخوذة بالمجهر الإلكتروني الماسح بتكبير (5626×).....12
(4.1) توضّح نظام هافرس مأخوذة بالمجهر الضوئي بتكبير (400 ×).....14
(5.1) توضّح العظم المكتنز مأخوذة بالمجهر الضوئي بتكبير (100 ×).....14

الفصل الثالث: هشاشة العظام

(1.3) توضح البنية النسيجية لعظم إسفنجي طبيعي و آخر هش مأخوذة بالمجهر الإلكتروني الماسح بتكبير (x30) 51

فــهرس الجداول

رقم الجدول عنوان الجدول الصفحة

الفصل الثاني: الفيتامين "د" و أيض الكالسيوم

(1.2) يوضّح الكميات الموصى باستهلاكها من فيتامين" د" يوميًّا 36

(2.2) يوضّح الكميات الموصى باستهلاكها من الكالسيوم يوميًّا 39

الفصل الثالث: هشاشة العظام

(1.3) يوضّح نتائج فحص DXA عند ثلاث أشخاص..... 63

فهرس المخططات

رقم المخطط عنوان المخطط الصفحة

الفصل الأول: النسيج العظمي

(1.1) يوضّح الربط بين التركيب والوظيفة في الجهاز الهيكلي.....29

قائمة المصطلحات

الإنجليزية	الفرنسية	العربية
Duodenum	Duodénum	إثنى عشر
Mesoderm	Mésoderme	أدمة المتوسطة
Resorption	Résorption	إرتشاف
Bone resorption	Résorption osseuse	ارتشاف العظام
Ultra violet rays	Rayons ultra violet	أشعة فوق البنفسجية
Rena l reabsorption	Réabsorption renal	إعادة الامتصاص الكلوي
Intestinal reabsorption	Réabsorption intestinale	إعادة الإمتصاص المعوي
Remodeling	Rémodelage	إعادة التشكّل
Sharpey’s fibers	Fibres de sharpe	ألياف شاربي
Intestinal absorption	Absorption intestinale	إمتصاص المعوي
Hypercalcemia	Hypercalcémie	ارتفاع كالسيوم الدم

Hypocalcemia	Hypocalcémie	انخفاض كالسيوم الدم
Metabolism	Métabolisme	أيض
Osteoclast stogenesis	Ostéoclastes stogenesis	تشكيل الخلايا الهادمة للعظم
Ossification	Ossification	تعظّم
Intermembranous ossification	Ossification intermembraneuse	تعظم بين أغشية
Endochondral ossification	Ossification endochodrale	تعظم داخل غضروفي
Bone formation	La formation d'os	تكوين العظم
Bone miniralization	Miniralization os	تمعدن العظام
Calcium homeostasis	Homéostasie calcique	التوازن الداخلي للكالسيوم
Diaphysis	Diaphyse	جسم العظم
Haversian system	Système de havers	جهاز هافرس

Bone cells	Cellule osseuses	خلايا العظم
Osteoblasts	Ostéoblastes	خلايا بانية العظم
Osteogenic cells	Cellules ostéogénique	خلايا عظمية أصلية
Bone marrow cells	Cellules de moelle osseuse	خلايا نخاع العظم
Osteoclasts	Ostéoclastes	خلايا هادمة العظم
Osteocyte	Ostéocyte	خلية عظمية
Périosteum	Périoste	سمحاق خارجي
Endosteum	Endoste	سمحاق داخلي
Periosteal artery	Artère périostée	شريان سمحاقي
Jejunum	Jéjunum	الصائم
Bone lamellae	Lamelles osseuses	صفائح العظمية

Bone irregular	Os irrégulier	عظم غير منتظم
Bone	Os	عظم
Spongy bone	Os spongieux	عظم إسفنجي
Compact bon	Os compact	عظم المكتنز
Long bone	Os long	عظم طويل
Short bone	Os court	عظم قصير
Cartilages	Cartilages	غضاريف
Hyaline cartilage	Cartilage hyaline	غضروف زجاجي
Articular cartilage	Cartilage articulaire	غضروف المفصلي
Hypercalcemia	Hypercalcémie	فرط الكالسيوم في الدم
Volkman's canal	Canal de volkman	قناة فولكمان

Medullary cannal	Canal médullaire	قناة نقي العظم
Haversian system	Système de havers	قناة هافرس
Epiphysis	Epiphyse	كردوس العظم
Rickets	Rachisme	كساح
Kidney	Rein	كلية
Ileum	Iléum	لفائفي
Epiphyseal plate	Ligne éphiphysaire	لوحة مشاشية
Collagenous fiber	Fibre collagène	ليف كولاجيني
Ossification center	Centre d'ossification	مركز التعظم
Primary ossification center	Centre d'ossification primair	مركز تعظم أولي
Secondary ossification center	Centre d'ossification secondaire	مركز تعظم ثانوي

Osteoclast precursor	Précurseur ostéoclast	مسبقات الخلية الهادمة للعظم
Recepteur sensitive to calcium	Le recepteur sensible au calcium	مستقبل الحساس للكالسيوم
Bone Matrix	Matrice osseuse	مطرق العظم(حشوة العظم)
Apoptosis	Apoptose	الموت المبرمج
Haversian system	Système de havers	نظام هافرس
Point of ossification	Point d' ossification	نقطة بداية التعظّم
Bone marrow	Moelle osseuse jaune	نقي العظم الأصفر
Parathyroid hormone	hormone parathyroidienne	هرمون الغدد جارات الدرقية
Osteoporosis	Ostéoporose	هشاشة العظام
Periosteal vein	Veine périostée	وريد سمحاقي

ملخص البحث

الكلمات المفتاحية:

هشاشة العظام، أيض الكالسيوم، الفيتامين "د"، النسيج العظمي.

تمثّل العظام الدعامة الأساسية التي تستند عليها العضلات لتعطِي الهيكل العام للجسم، تتميّز بالصلابة و القدرة على التجدّد و الترميم للتكيّف مع تغيّرات الضغوط الميكانيكية، و تعتبر المخزّن الرئيسي للكالسيوم فهي تحتوي على 99% من المجموع الكلي للكالسيوم الموجود في جسم الإنسان.

يتكوّن العظم من النسيج العظمي بالإضافة إلى الغضاريف، الأعصاب و الأوعية الدموية، و يتمثّل النسيج العظمي في حشوة العظم و الخلايا العظمية، التي نميّز فيها أربعة أنواع:

- خلايا العظم الأصلية و هي الخلايا الوحيدة التي لها القدرة على الإنقسام.
- الخلايا البانية للعظم تنشأ نتيجة تمايز خلايا العظم الأصلية، و المسؤولة على تصنيع الكولاجينI و الفوسفاتاز القلوي الذي له دور في تمعدن العظام.
- الخلايا العظمية الناضجة تنشأ من الخلايا البانية للعظم.
- الخلايا الهادمة للعظم المسؤولة على ارتشاف العظم لإعادة تشكيله.

تتكون حشوة العظم من مواد غير عضوية (بلورات هيدروكسي أباتيت)، و أخرى عضوية (كولاجينI، البروتيوغليكان، السيالوبروتين) و التي تمنح الصلابة للعظام.

نظرًا لأهمية الكالسيوم في العديد من العمليات البيولوجية التي تحدث في الجسم، و من أجل الحفاظ على توازنه الداخلي، فإنّ تنظيم تركيز أيوناته يتمّ في الدم بواسطة هرمون الغدد جارات الدرقية PTH، 1,25 ديهيدروكسي فيتامين "د$_3$" و هرمون الكالسيتونين، و التي تؤثر على الخلايا المستهدفة في الأمعاء (موقع الإمتصاص الصافي) و الكُلَى (موقع الإفراز الصافي) و العظام (مخزن الكالسيوم).

ملخص البحث

إن أيّ اختلال في تنظيم أيض الكالسيوم يسبّب اختلال التوازن بين ارتشاف و إعادة تشكيل العظام، فعند زيادة معدّل الارتشاف عن معدل إعادة التشكيل، يصاب الإنسان بالعديد من الأمراض، من بينها مرض هشاشة العظام، و يتميّز بفقدان العظام للمعادن المكوّنة لها مع النقص التدريجي في كثافتها و كتلتها و تغيّر بنيتها، حيث يقلّ عدد المسامات في العظم الإسفنجي و يزداد حجمها، بينما يترقق العظم المكتنز، فتصبح العظام هشة و سهلة الكسر.

بالإضافة إلى الاختلال في تنظيم أيض الكالسيوم، توجد عوامل أخرى تسبب مرض هشاشة العظام تتمثّل في: النمط الغذائي اليومي، الجنس، السن، إنقطاع الدورة الشهرية، انخفاض هرمون التستوستيرون، تناول بعض الأدوية، الإصابة ببعض الأمراض كأورام الغدة الدرقية، الفشل الكلوي ...

يصيب هشاشة العظام كلا الجنسين في أعمار متقدمة و النساء بشكل خاص بعد سن اليأس، و قد يصيب الأطفال و الشباب في حالات مرضية خاصة، و يتعرّض المرضى للإصابة بكسر نتيجة إصطدام بسيط أو السقوط أثناء ممارسة الأنشطة اليومية.

تكمن خطورة هشاشة العظام في عدم ظهور أعراض أو علامات دالّة على فقدان كتلة العظام لذلك يعرف "بالمرض الصامت"، له مضاعفات خطيرة فقد يؤدّي إلى الشلل أو الموت.

في حالة الإصابة بهشاشة العظام، هناك العديد من الإجراءات الوقائية لتفادي الإصابة بالكسور و التقليل من خطرها، لكن لا يوجد علاج قاطع لهذا المرض بل هناك تدابير علاجيّة لتخفيف الألم الناتج عن الكسور و الحد من الفقدان المستمر للكتلة العظميــة. و لا تزال الدراسات لحد الآن تسعى لإيجاد علاج نهائي لهشاشة العظام.