كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الثانية

المادة : اساسيات الفزيولوجيا حيوانية

المحاضرة : الخامسة/نظري/ د.مرسال

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2025

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

تنظيم مستوى كالسيوم الدم

- مقرر أساسيات فيزيولوجيا حيوانية
- المحاضرة الرابعة
- د. مرسال الشعار

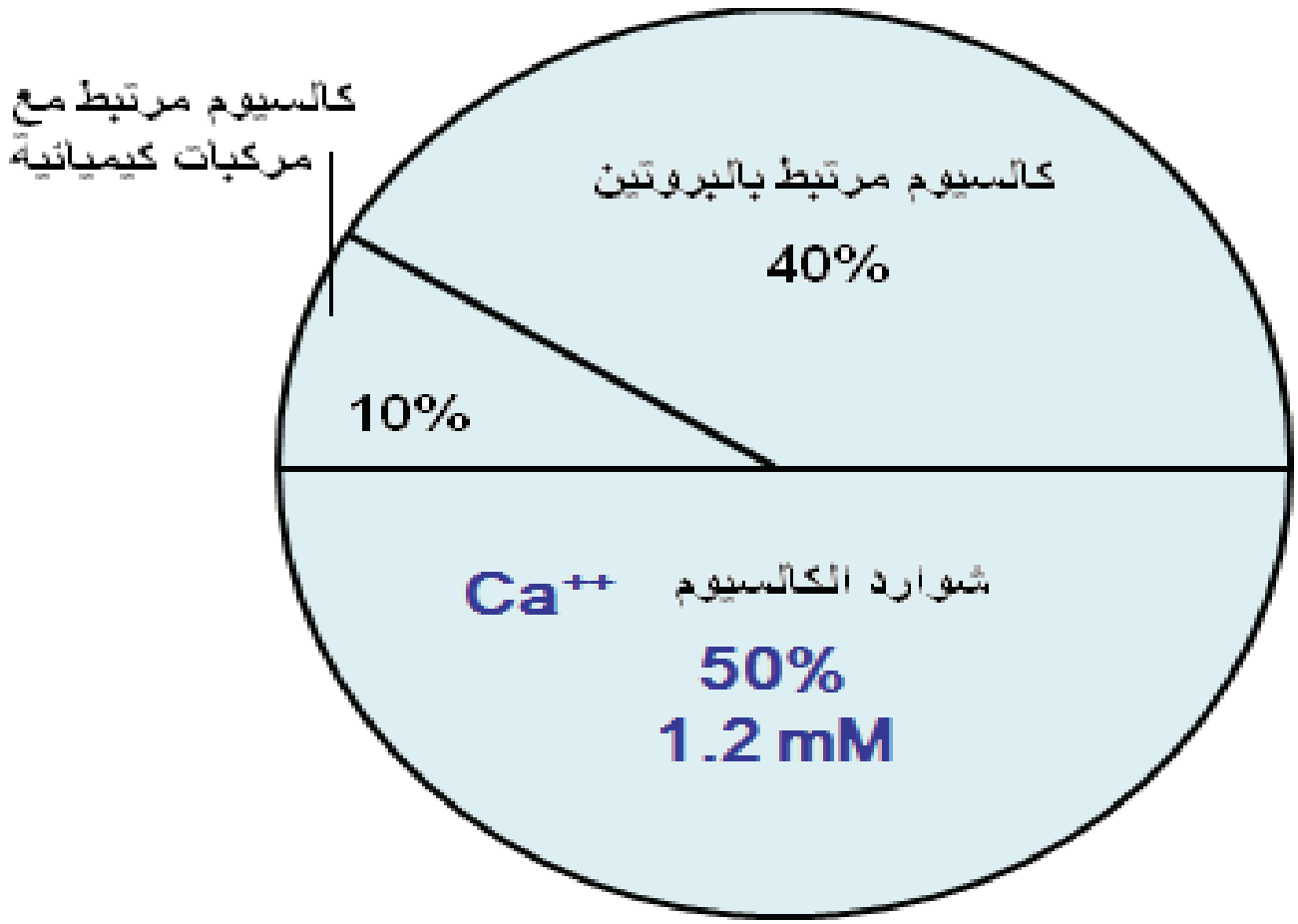
تنظيم مستوى كالسيوم الدم

- تركيز الكالسيوم في سوائل الجسم:
- تقدر نسبة الكالسيوم الداخلة في بناء العظام لدى الإنسان بـ٩٩% من كالسيوم الجسم والنسبة الباقية توجد في سوائل النسج والخلايا.
- ١-٠،٥% قابلة للحركة بين العظام وسوائل الجسم، وهي تلعب الدور الأساس في الحد من التغييرات التي تطرأ على تركيز الكالسيوم في الدم.
- فعندما تزداد نسبة الكالسيوم في الدم تنشط آليات ترسبه على العظام ليعود تركيزه في سوائل الجسم إلى الحد الطبيعي، وعند انخفاض نسبة الكالسيوم في الدم عن المعدل الطبيعي تنشط آليات سحبه من العظام لإعادته إلى مستواه الطبيعي في الدم.
- أما نسبة ٩٩% من الأملاح في العظم فهي غير قابلة للتبادل، لكن يمكن ارتشاف هذه الأملاح بفعل خلايا ناقضات العظم طبيعيا عند تجدد العظم.
- يخضع امتصاص الكالسيوم في الأمعاء وإطراحه مع البول، وكذلك تبادله بين السائل خارج الخلايا والنسيج العظمي إلى تنظيم هرموني الكالسيتونين و الباريثرين وفيتامينD.

تركيز الكالسيوم

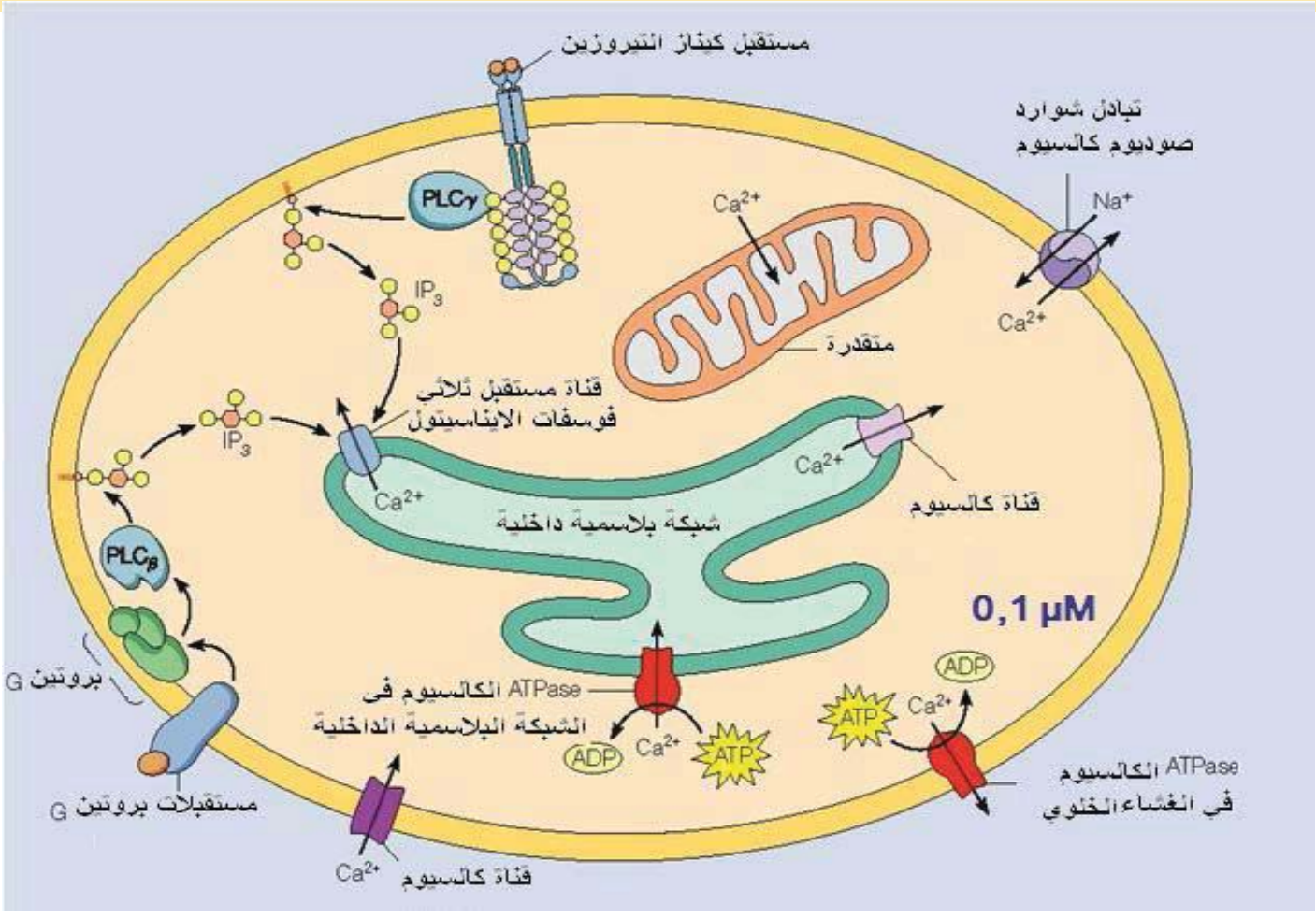
- المعدل الطبيعي لتركيز الكالسيوم في بلازما الدم يساوي ١٠٠ميلي غرام /لترمن الدم.
- **يوجد الكالسيوم في البلازما بعدة أشكال:**
- مرتبط مع بروتينات البلازما وهوغير قابل للنفوذ عبر الشعيرات الدموية
- بشكل غير متشرد ومتحد مع مركبات كيميائية كالأحماض العضوية وهو قابل للنفوذ عبر الشعيرات الدموية
- على هيئة شوارد موجبة قابلة للانتشار عبر الشعيرات الدموية وهي مهمة لمعظم وظائف الكالسيوم في الجسم

مخطط لنسب توزع الكالسيوم في بلازما الدم



- **قيمة الكالسيوم داخل الخلايا أقل** بعشرة آلاف مرة عن قيمته في السائل الخارجي للخلايا **ويتم الحفاظ** على هذه النسب بواسطة **المضخات الشاردية والتبادل المتعاكس بين الصوديوم والكالسيوم عبر الغشاء الخلوي**
- أين يوجد الكالسيوم داخل الخلايا؟
- قد يرتبط الكالسيوم الخلوي مع بعض بروتينات الخلية أو يخزن ضمن الشبكة البلاسمية الداخلية والجسيمات الكوندرية.

آليات عبور الكالسيوم لغشاء الخلية وأماكن تخزينه في الخلية



تأثير تركيز شوارد الكالسيوم والفوسفات في سوائل الجسم:

- إن تغيير تركيز شوارد الكالسيوم عن المجال الطبيعي زيادة أو نقصانا يسبب تغييرات حادة وفورية في الوظائف الحيوية، بينما لايحدث الفوسفات تغييرات حادة
- إن نقص شوارد الكالسيوم في السائل خارج الخلايا يسبب إثارة الخلايا العصبية لأن ذلك يزيد من نفاذية الأغشية الخلوية لشوارد الصوديوم ويدفعها لتوليد كمونات فعل بشكل ذاتي تنتقل على طول الأعصاب المحيطية محدثة تقلصات تكززية في العضلات الهيكلية قد تكون قاتلة إذا كان النقص كبيرا(أقل من ٤٠ مغ/ل).
- ارتفاع تركيز شوارد الكالسيوم في سوائل الجسم عن حدوده الطبيعية سيؤدي إلى هبوط نشاط الجهاز العصبي وضعف الفعالية الحركية للعضلات الملساء (أكثر من ١٢٠ مغ/ل).

آليات الحفاظ على توازن الكالسيوم في سوائل الجسم

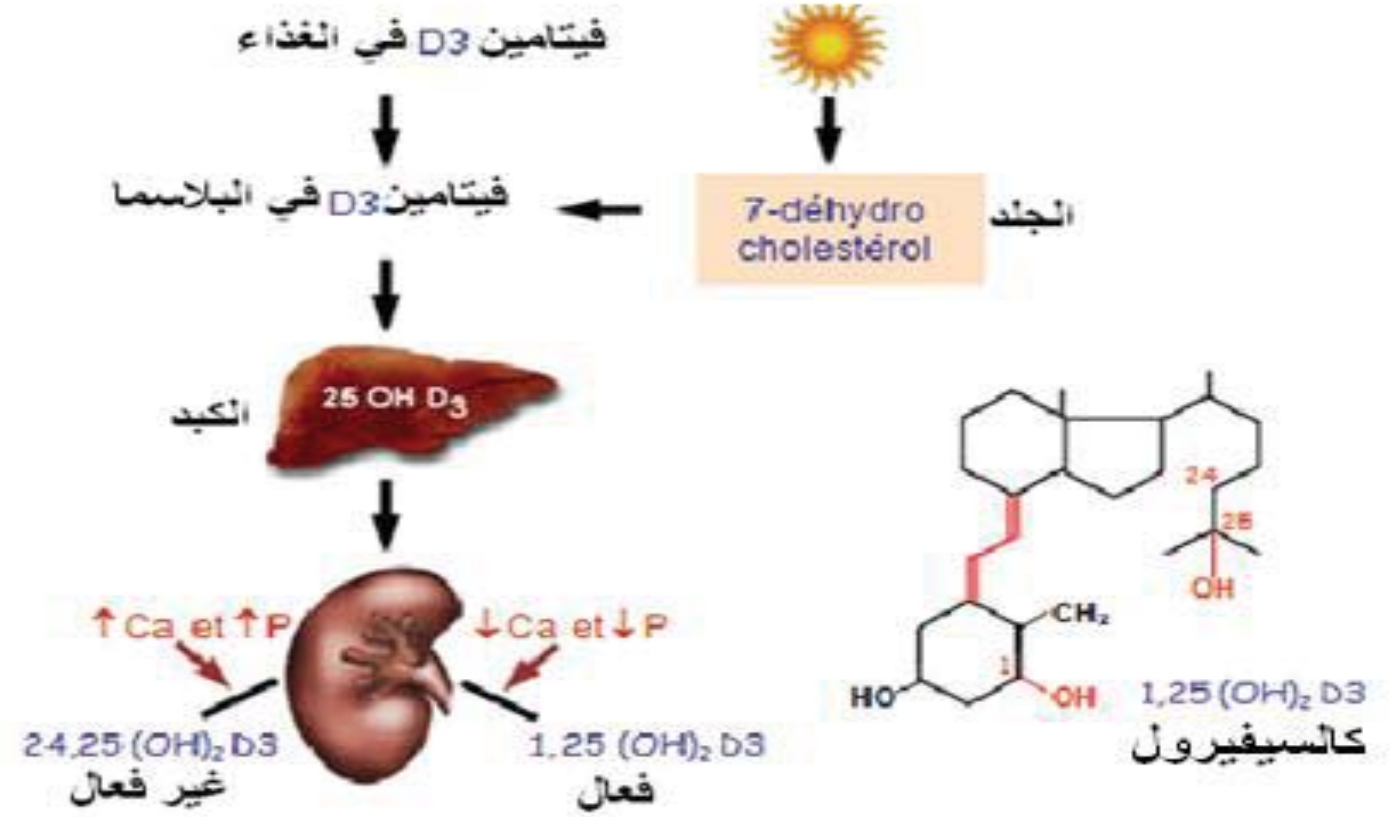
- تقدر كمية الكالسيوم التي يتناولها الإنسان البالغ مع غذائه بحوالي ١ غرام يوميا على هيئة فوسفات كالسيوم يمتص ثلثها تقريبا وينقل عبر الدم بسبب بطء امتصاص الكالسيوم في الأمعاء وضعف ذوبان مركباته وصعوبة امتصاص الشوارد ثنائية التكافؤ.
- يخضع كل من امتصاص الكالسيوم في الأمعاء و إطراحه في البول وفي البراز مع العصارات الهاضمة، وكذلك تبادله بين النسيج العظمي والسائل خارج الخلوي إلى تنظيم هرموني بمساعدة فيتامين D.

دور فيتامين D في تنظيم نسبة الكالسيوم في سوائل الجسم

- يلعب هذا الفيتامين دورا في المساعدة على امتصاص الكالسيوم والفوسفور من القناة المعوية، ويساهم في الحفاظ على مستوى محدد لهما في الدم، كما ينشط ترسيب فوسفات الكالسيوم في العظام.
- يوجد في بعض المواد الغذائية ويستطيع الجلد تركيبه عند التعرض لأشعة الشمس فوق البنفسجية انطلاقا من مركب ستيروئيدي هو:
- ٧-دي هدروكسي كولستيرول لتكوين مركب كولي كالسيفيرول (D3) وهو نفس المركب الموجود في الغذاء.
- يتعرض (D3) في الجسم لعدة تفاعلات استقلابية حتى يتحول للشكل الفعال من الفيتامين، حيث يتحول في الكبد إلى مركب ٢٥ هدروكسي كولي كالسيفرول

- يفرز مركب ٢٥ هدروكسي كولي كالسيفرول إلى الدم ليصل إلى الكليتين فيتحول في خلايا الأنبيبات البولية القريبة إلى مركب ٢٥،١ دي هدروكسي كولي كالسيفيرول واختصارا يعرف بالكالسيفرول وهو الشكل الفعال لفيتامين D وذلك **بمساعدة هرمون جارات الدرق البارثيرين**.
- **ولهذا السبب** فإن أي خلل بوظائف الكليتين سيعطل إنتاج هذا الفيتامين ويسبب نقصا فيه.

مراحل استقلاب فيتامين -د-وأماكن استقلابه في الجسم



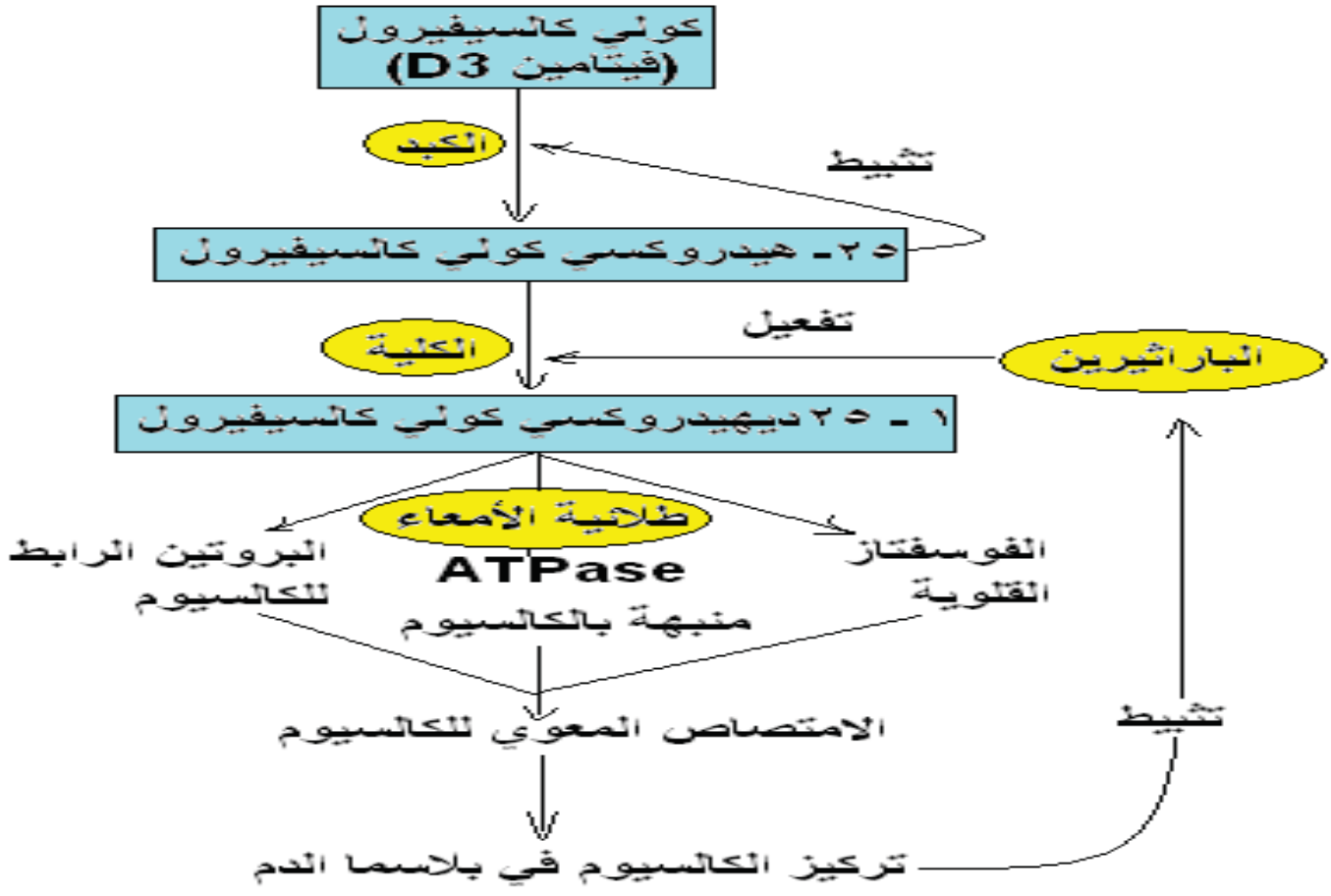
آلية عمل فيتامينDالنشط في الأمعاء

- **١،٢٥، دي هدروكسي كولي كالسيفيرول** يحرض الخلايا الطلائية في الأمعاء على تركيب البروتين الرابط للكالسيوم وهذا البروتين يساعد الخلايا الظهارية المبطنة للأمعاء على امتصاص شوارد الكالسيوم من لمعة الأمعاء الدقيقة ونقلها إلى داخل الخلايا الطلائية للأمعاء ثم عبورها إلى السائل الخلالي بآلية النقل الفعال والنقل الميسر بالتبادل مع شوارد الصوديوم، ثم تنتقل شوارد الكالسيوم من السائل الخلالي إلى الدم.
- كما يؤثر هذا الفيتامين على إنزيمات ATPase المنبهة للكالسيوم ويحرضها على زيادة فعالية امتصاص الكالسيوم من قبل الأمعاء.
- ويحرض على تكوين الفوسفاتاز القلوية التي تحفز امتصاص الكالسيوم في الخلايا المبطنة للأمعاء.

آلية إفراز الباريثرين

- ترتبط الآلية الإفرازية لهرمون البارثيرين بتركيز شوارد الكالسيوم في البلازما بآلية التلقيم الراجع السلبي ، فحينما يرتفع تركيز الكالسيوم في الدم يتوقف افراز البارثيرين مما يوقف تكوين الشكل الفعال لفيتامين D في الكلية، مما يضعف امتصاص الكالسيوم في الأمعاء.
- ولذلك فعند وجود خلل بإفراز البارثيرين أو خلل بعمل الكليتين سيؤدي ذلك إلى توقف إنتاج فيتامين Dالنشط، فتظهر أعراض نقص الكالسيوم من هشاشة عظام عند البالغين أو كساح عند الأطفال نتيجة تفعيل آليات سحبه من النسيج العظمي وإعادته للدم، كما تحدث تقلصات عضلية تكززية قد تؤدي إلى الموت في حال اشتد نقص الكالسيوم في الدم.

دور فيتامين د في التحكم بتركيز الكالسيوم في الدم



دور النسيج العظمي وعلاقته بالكالسيوم والفوسفات خارج الخلايا

- يتكون النسيج العظمي من خلايا عظمية ومواد عضوية بينية يتم تقويتها بترسب أملاح الكالسيوم بين مكوناتها
- يحتوي العظم الطبيعي على٣٠% مواد عضوية و٧٠% أملاح كالسيوم (فوسفات كالسيوم).
- تتألف المواد العضوية من بروتينات سكرية تمتد بينها ألياف الكولاجين التي تشكل الأرضية المناسبة لترسب أملاح الكالسيوم إلى العظم على شكل بلورات تلتصق بهذه الألياف الغرائية، فتعطيها قواما صلبا شديد التحمل للضغوط مما يعطي العظم قوته المعروفة.

تركيب النسيج العظمي

- يوجد في النسيج العظمي ثلاثة أنواع من الخلايا:
- **بانيات العظم وناقضات العظم والخلايا العظمية.**
- تقوم بانيات العظم ببناء وإفراز الألياف الغرائية،وتنشط ترسيب بلورات فوسفات الكالسيوم في العظم، كما تشكل الخلايا العظمية.
- تعمل ناقضات العظم على امتصاص الكالسيوم من العظم، حيث لها قدرة على تحطيم الألياف الغرائية بفعل أنزيمات تفرزها جسيماتها الحالة، ثم تلتهم هذه المواد بالبلعمة الخلوية، كما تذيب الأملاح المعدنية بفعل حمض اللبن وحمض الليمون اللذان تقوم بإنتاجهما أيضا.
- تلعب الخلايا العظمية التي تشكل غالبية خلايا النسيج العظمي دورا أساسيا في تبادل شوارد الكالسيوم والفوسفات بين العظم والسائل خارج الخلوي، وهذا يعتمد على نشاط الباريثرين وفيتامين D النشط

حركية الكالسيوم في النسيج العظمي

- يوجد في العظام ١ % من الكالسيوم والفوسفات القابلة للتبادل مع السائل خارج الخلايا وهي تعمل على درء التغيرات الطارئة في تركيز الكالسيوم في الدم.
- النسبة الباقية ٩٩% غير قابلة للتبادل إلا بحالات خاصة وذلك بارتشاف الخلايا ناقضات العظم، وهذه الحالة يمكن حدوثها بشكل طبيعي أثناء تجديد مكونات النسيج العظمي ، وفي بعض الحالات المرضية **بتحريض من هرمونات الباريثيرين وهرمون النمو والهرمونات الجنسية وهرمون الكورتيزول.**

دور هرمون الغدد جارات الدرق

- يلعب هرمون الباريثرين دورا هاما في تنظيم كالسيوم الدم على المدى الطويل حيث يحفز ارتشاف الكالسيوم من العظام بوجود فيتامين D من خلال تأثيره على الخلايا العظمية وناقضات العظم وحثها على سحب الكالسيوم والفوسفات من العظام وتحريرها في الدم ، كما يحفز تكوين ناقضات عظم جديدة من الخلايا الجذعية المتوسطة وتثبيط تحويلها لبانيات عظم.
- أما تأثيره على الكلية فيكون على المدى القصير: فهو ينظم طرح الفوسفات والكالسيوم من قبل الكلية، حيث يحفز الكلية على امتصاص الكالسيوم من البول المعد للإطراح وإعادته للدم، بينما يثبط امتصاص الفوسفور ليطرح مع البول خارج الجسم.
- كما يحفز تركيب الشكل الفعال لفيتامين D في الكلية.

دور هرمون الكالسيتونين

- يفرز الكالسيتونين من خلايا C في الغدة الدرقية.
- يعمل على تثبيت الكالسيوم والفوسفات في العظام، وتخفيض نسبهم في بلازما الدم.
- له تأثير سريع على ناقضات العظم فيحد من نشاطها الهدمي ويمنع بناء خلايا جديدة منها،ويزيد نشاط بانيات العظم.
- يعمل بآلية التلقيم الراجع السلبي، فزيادة تركيز الكالسيوم في الدم يزيد افراز الكالسيتونين مما ينشط ترسب الكالسيوم في العظام ويعيد تركيزه في الدم للحد الطبيعي.
- من الملاحظ أن مفعول الكالسيتونين سريع وينظم الكالسيوم على المدى القصير بعكس الباريثرين.

THANKS FOR YOUR LISTENING

THE END

مكتبة A to Z