



حلقة بحث بعنوان

تأثير فيتامين B ومشتقاته على الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية

حلقة بحث مقدمة لمادة: علم الأحياء

تقديم الطالب: نضير علي

بإشراف المدرّس: نضال حسن

للعام الدراسي: ٢٠١٦_٢٠١٧

المقدمة والإشكالية

لطالما عرفنا الفيتامينات على أنها مواد عضوية موجودة في طعامنا اليومي ووظيفتها تنظيم وظائف أجهزة الجسم والإشراف عليها ولطالما قسمنا جهازنا المناعي إلى ثلاث منظومات رئيسية:

١_ المناعة الطبيعية

٢_ المناعة المكتسبة

٣_ الطعوم والأمصال

وكان للفيتامينات دور أساسي في تنظيم هذه المنظومات المناعية لكن هل يمكن أن تلعب هذه الفيتامينات دوراً يتعدى الدور التنظيمي وتصبح مادة رئيسية لتحفيز مناعة الجسم وتنبيه الخلايا الدم البيضاء التابعة للمنظومة المناعية؟

الإشكالية

١_ ما هو الجهاز المناعي وإلى ماذا تقسم مناعة الجسم؟

٢_ ما هي الفيتامينات وما منشأها وما تقسيماتها؟

٣_ ما هي خواص الفيتامينات وهل حقاً ليس لها دور في إنتاج الطاقة؟

٤_ ما هو نقص الفيتامينات المحجوب؟

٥_ ما الدور الذي تؤديه الفيتامينات في الجهاز المناعي وهي يمكن أن تلعب الدور الأساسي في تحفيز الاستجابة المناعية بدلاً من الدور التنظيمي المعروف؟

الباب الأول

الجهاز المناعي وتقسيماته والخلايا البيض وأنماطها

الفصل الأول

أولاً: الجهاز المناعي

جهاز المناعة في جسم الإنسان جهاز دفاعي دقيق التحريض بواسطته يستطيع الإنسان أن يحيا في البيئة الطبيعية المليئة بالعناصر المهاجمة لجسمه ووظيفة جهاز المناعة هي التعرف على أية مادة غريبة (Antigen) تدخل الجسم وتهاجمه والعمل على التخلص منها وعادةً ما تكون هذه المادة ضارة بالجسم مثل البكتيريا أو الفيروسات أو الطفيليات وهو مكون من عدّة خلايا وأعضاء مساعدة ومواد كيميائية محفزة ومستقبلات وعدّة خطوط دفاعية تتحد كليا بغرض التخلص من الميكروب ويمكن تصنيف المناعة إلى:

١_ مناعة طبيعية:

موجودة بالجسم بشكل طبيعي ولا تتخصص بمحاربة مسبب مرضي معيّن وتتكون من عدّة عوامل فيزيائية وفسولوجية وخلوية والتهابية يحجز بعضها الميكروبات ويبقيها خارج حدود الجسم والبعض الآخر يتصرّف بشكل سريع محاولاً احتواء الميكروب ومنعه من الانتشار

٢_ مناعة مكتسبة:

تنشأ بعد تعرّض الجسم للإصابة بالمرض حيث يقوم الجسم بتكوين أجسام مضادة للميكروب بواسطة نوع من الخلايا الدموية البيضاء (اللمفاوية) تنشط بدورها الجهاز المناعي للتخلص من المسبب.

وكلا النوعين من المناعة لا ينفصل عن الآخر بل يعتبر مكمل لإتمام عملية التخلص من الميكروب.

٣_ الطعوم والأمصال:

_ الطعم (vaccines): عبارة عن مؤد ضد مسبب للمرض أو مؤد ضد ضعيف أو ممرض أو بعض إفرازاته يتم إدخاله إلى الجسم قبل حدوث العدوى، فيسبب استجابة مناعية ينتج منها تكون أجسام مضادة.

_ المصل (serum): عبارة عن أجسام مضادة تم تجهيزها خارج جسم الإنسان.

ثانياً: طريقة عمل الجهاز المناعي:

عندما يحاول ميكروب ما التسلل إلى داخل الجسم فإنه سيواجه:

١_ **المناعة الطبيعية:** خط الدفاع الأول في الجسم حيث يواجه الميكروب ما يلي:

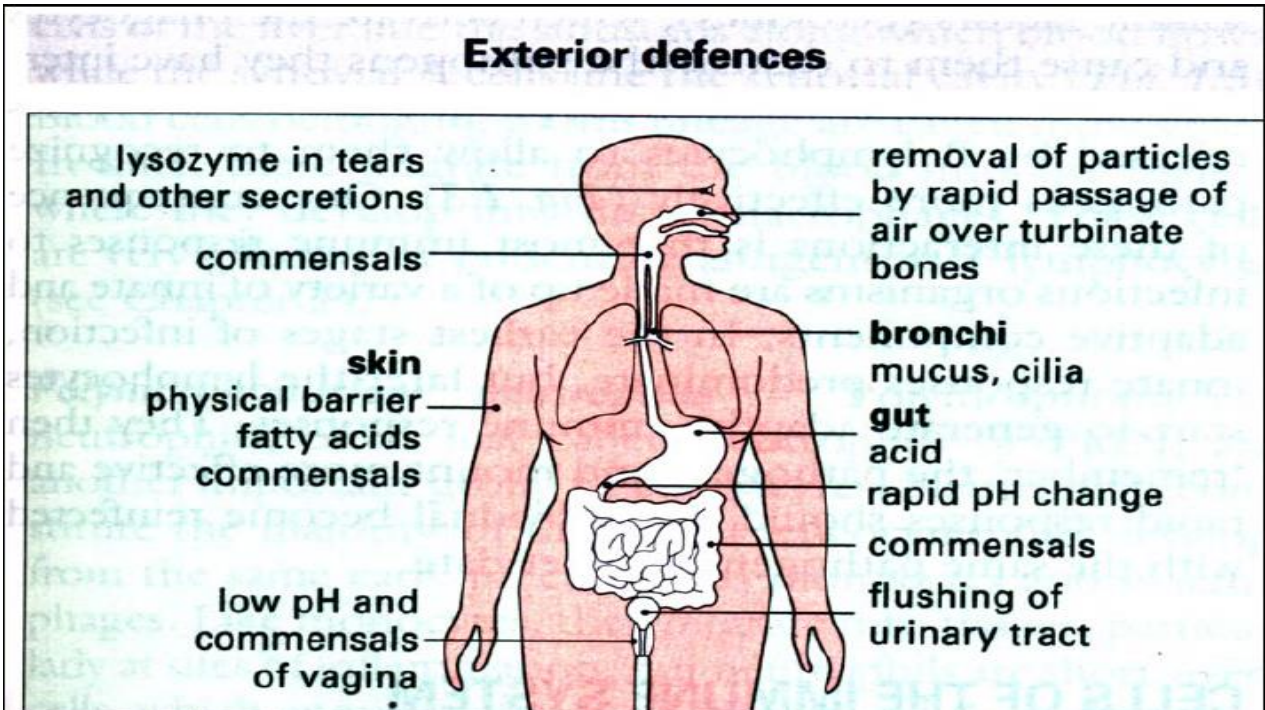
أ-الجلد السليم: والجلد هو عبارة عن خلايا غير قابلة للاختراق مقاومة للماء ذو درجة حمضية عالية (PH=3.5) وهي بيئة غير مناسبة لنمو الميكروب

يستوطن الجلد عدد من البكتيريا الغير ممرضة والتي تحتل أغلب المنافذ والمستقبلات التي من خلالها يلتصق الميكروب الممرض.

ب-الفوهات الطبيعية: كالأنف والأذن وتعتبر طريقاً تسلكه الجراثيم للدخول إلى أجسامنا. لكن وجود الأغشية المخاطية والأهداب التي تغطيها وتعتبر حاجزاً يعيق دخول هذه الميكروبات.

ت-إفرازات العين: إن إفرازات العين من دموع وأنزيمات محللة كإنزيم الليزوزوم (LYSOZOME) تعمل على غسيل العين من الأتربة وعلى تحليل الجدار الخلوي للبكتيريا.

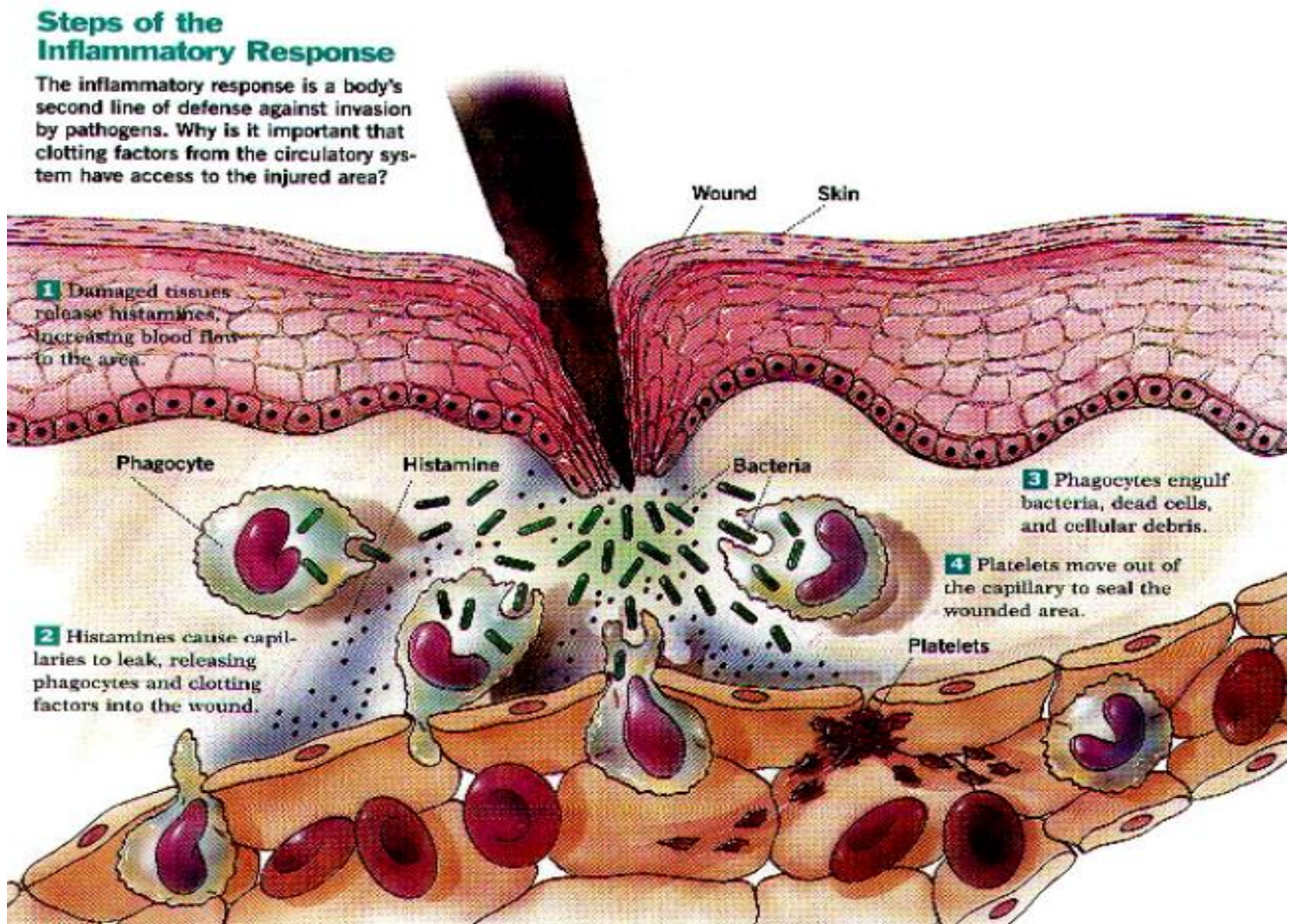
ث-الجهاز الهضمي: بالنسبة للمناعة في الجهاز الهضمي فإن الجهاز الهضمي يحتوي أيضاً على أنزيمات محللة في اللعاب وأيضاً على أحماض تفرز في المعدة تقتل معظم الميكروبات التي تدخل عن طريق الفم.



الشكل (١) المناعة الطبيعية

بعد أن تتخطى الجراثيم حواجز الدفاع السابقة وتصل إلى الدّم والأنسجة داخل الجّسم، يبدأ دور العوامل الالتهابيّة في الدفاع.

يسبب الميكروب تلف للأنسجة أو للخلايا نتيجة لجرح أو مواد سميّة يفرزها. تخرج محتويات الخلايا والأنسجة التالفة إلى الدّم وهذه المكوّنات تعتبر مواد محفّزة ترسل إشارات للخلايا البلعميّة كي تأتي للمنطقة المصابة. عندها تفرز الخلايا البلعميّة مواد كيميائيّة تغيّر من فيسولوجيّة المنطقة المصابة حيث تزداد حرارتها ويزداد تدفق الدّم فيها وتزداد نفاذيّة الشعيرات لتسمح بمرور أكبر عدد من خلايا الدّم البيضاء كي تساعد في احتواء الميكروب وهذا ما يسمّى بالالتهاب ومن العوامل الالتهابيّة التي يزيد تركيزها مع حدوث الالتهاب مواد بروتينيّة موجودة في الدّم مثل الـ C (REACTIV PROTEIN) والتمتمة حيث يقومان بالالتصاق بالجدار الخلوي للميكروب مما يزيد من فعاليّة ابتلاعه بواسطة الخلايا البيضاء.



الشكل (٢) العوامل الالتهابيّة

يأتي بعد ذلك دور الخلايا البيضاء التي تصل إلى المنطقة المصابة.

أ-الخلايا البلعمية التي تعترض طريق الميكروب وتقوم بعملية الإلتقام الخلوي حيث تبتلع الميكروب وتقوم بإفراز مواد سميّة ومحللة من شأنها القضاء على الميكروب وتكسيه إلى أجزاء. ومن هنا يبدأ دور هذه الخلايا في المناعة المكتسبة.

ب-الخلايا الفاتكة أو القاتلة: وهي نوع من أنواع الخلايا اللمفاوية تتعرف على الخلايا وأنسجة الجسم المصابة بالفيروسات بالإضافة إلى بعض الخلايا السرطانية وتقوم بتحطيمها عن طريق أنزيم البيروفورين.

أيضاً فإنها تفرز مادة الإنترفيرون جاما IFN Gama ووظيفته حماية الأنسجة والخلايا السليمة من الإصابة بالفيروس.



تلتهم الخلايا الأكولة
البكتيريا وبقايا الخلية
ويلتئم النسيج

تتوسع الأوعية الدموية
وتهاجر الخلايا الأكولة
إلى منطقة الإصابة

عند إصابة النسيج تنطلق
إشارات كيميائية منها:
الهستامين

مراحل عملية الالتهاب

الشكل (٣) توضيح لآلية الإلتقام الخلوي

٢_ **المناعة المكتسبة:** وهي خط الدفاع الأقوى والأكثر فعالية في التخلص من الميكروب وسواء تم احتواء الميكروب والشفاء منه بواسطة الخطوط الدفاعية السابقة (المناعة الطبيعية) أو لم يتم احتواءه بسبب شدة ضراوة الميكروب ولحماية الجسم من محاولات أخرى للهجوم فإن الإنتروجين يواجه المناعة المكتسبة والتي تتميز عن المناعة الطبيعية بما يلي:

أذاكرة تتيح لها التعرف على الإنتروجين لو عاود الهجوم.

ب-خصوصية متنوعة تتيح له تمييز بلاين الأنتروجينات

ت-بقدرته على التفريق بين الخلايا والمكونات الذاتية وبين الأجسام الدخيلة.

وتعتمد المناعة المكتسبة على نوع من كريات الدم البيضاء ويدعى الخلايا اللمفاوية وهناك نوعان رئيسيان هما:

-الخلايا اللمفاوية التائية.

-الخلايا اللمفاوية البائية.

١_ الخلايا اللمفاوية التائية: وتمتاز بما يلي

أ-لا تستطيع التعرف على الإنتروجين بمفردها، ولا بد لها من خلايا معرّفة للإنتروجين antigen (presenting cells (APC، هذه الخلايا المعرّفة للإنتروجين هي الخلايا البلعمية التي احتوت الميكروب داخلها في المواجهة الأولى وحلته إلى أجزاء بروتينية صغيرة.

ب-تقوم خلايا المعرفة بلصق هذه الأجزاء البروتينية مع جزيء يدعى

MHC (Major histocompatibility complex) على سطحها الخارجي لكي تعرفه الخلايا التائية

ت-تتعرف الخلايا التائية على أنّ هذا أنتيجين ويجب التخلص منه فتنشط وتفرز مواد بروتينية كيميائية تدعى بالسايوتوكاينز cytokines والتي تحفز بدورها الخلايا البائية للانقسام إلى:

_ خلايا بلازمية plasma cells تنتج ما يقارب ٢٠٠٠ جسم مضاد بالثانية ضدّ هذا الإنتروجين.

_ خلايا ذاكرية أي لها ذاكرة طويلة الأمد تتعرف على نفس الأنتروجين لو هاجم الجسم مرة أخرى وتفرز أجسام مضادة له.

٢_ الخلايا اللمفاوية البائية: تعتبر من ضمن الأجسام المعرّفة للأنتروجين أيضاً بجانب وظيفتها الأساسية وهي تصنيع الأجسام المضادة.

يلتصق بسطحها الخارجي بشكل طبيعي عدد من الأجسام المضادة عندما ترتبط هذه الأجسام بأنتيجين فإنّ المركب المتكوّن يدخل بكامله إلى داخل الخلية البائية فيتحلّل بروتين الأنتيجين إلى جزيئات صغيرة تقوم الخلية بلصقه مع جزيء ال MHC على السطح حيث تتعرف عليه الخلية التائية وتبدأ بالتنشيط والتأثير على الخلايا التائية للانقسام وإنتاج الأجسام المضادة كما ذكرنا سابقاً.

٣_ الأجسام المضادة:

الأجسام المضادة هي بروتينات متخصصة تدعى الغلوبولينات المناعية (IMMUNOGLOBULINS)، تفرزها الخلايا البائية استجابةً لوجود مولد ضدّ (جسم غريب) وتعرف الأجسام المضادة اختصاراً بالرمز IG وتوجد الأجسام المضادة على سطوح الخلايا البائية كما توجد في الدم والأنسجة اللمفية، وتتحرّك الأجسام المضادة بالدم، فإذا صادفت أي مولد للضدّ موافق لها التحمت به التحاماً وثيقاً وشكّلت مركّباً (الجسم المضاد ومولد الضدّ) ويؤدّي إلى تفاعلات حيوية تنتهي بالقضاء على مولد الضدّ بطرائق عديدة.

ثالثاً: بعض أمراض الجهاز المناعيّ:

أ- فرط الحساسية:

ونعني بالحساسية الاستجابة المناعية ضد أي جسم غريب على الرغم من أنه غير ضارّ وشدة الاستجابة المناعية لهذه المواد يعرف بفرط الحساسية:

ومن المواد التي تعدّ مولدة للحساسية:

_حبّات الطلع.

_الغبار.

_لدغة بعض الحشرات.

_بعض العقاقير مثل البنسلين والكوكايين.

شعر القطط وبعض الأطعمة (الحليب والبيض والفول السودانيّ وتوت العليق)

ب- فرط الاختلال المناعيّ الذاتيّ (Autoimmune Disease):

في فرط الاختلال المناعيّ الذاتيّ يقوم الجهاز المناعيّ بمهاجمة خلايا الجسم نفسه لكونها غريبة عنه ومن الأمثلة على هذه الأمراض عندما يكوّن الجسم أجساماً مضادةً ضدّ مستقبلات الناقل الكيميائيّ (أستيل كولين) الموجودة في غشاء الخلية العضلية المخططة، مؤدياً بذلك إلى منع نقل السيالة العصبية إلى العضلة من ثمّ منع العضلة من الانقباض والاستجابة للأوامر العصبية مما يجعل حركة الفرد صعبة.

ت-متلازمة عوز المناعة المكتسبة AIDS:

في متلازمة عوز المناعة المكتسبة (الإيدز) يهاجم الفيروس البالعات الكبيرة لكنّه لا يقتلها بل يغيّر من تركيبها الوراثي فتصبح غير قادرة على تمييز مولّد الضّد، كما يهاجم الفيروس الخلايا التائية المساعدة ويحلّها من ثمّ تتعطّل آليات الاستجابة المناعية فيصبح الجّسم مرتعاً للجراثيم والفيروسات والفطريات إذ يقف عاجزاً عن مقاومتها لذلك تظهر على المصاب مجموعة من الأعراض المرضية.

رابعاً: صحّة الجهاز المناعي:

يجب مراعاة ما يأتي:

_ تناول كميات متوازنة ومناسبة من المواد الغذائية، والتي تعمل على تنشيط إنتاج الكريات البيض وتجديد الخلايا التالفة في أثناء المرض.

_ ممارسة الرياضة التي تعمل على تنشيط الدورة الدموية.

_ النظافة الشخصية.

_ المحافظة على نظافة المسن والبيئة.

_ تجنّب المسكرات والمخدرات.

الفصل الثاني

الكريات البيض وأنماطها

_ الكريات البيض خلايا كبيرة لها نواة ويبلغ تعدادها عند الإنسان البالغ الطبيعي (6-9) آلاف/ملم مكعب، ويتغيّر هذا العدد تبعاً لعوامل متعددة أهمها العوامل الوظيفية والمرض، لا تحتوي هذه الكرات على هيموغلوبين ونمير زمريتين فيها.

أ-الكريات البيض الحبيبية:

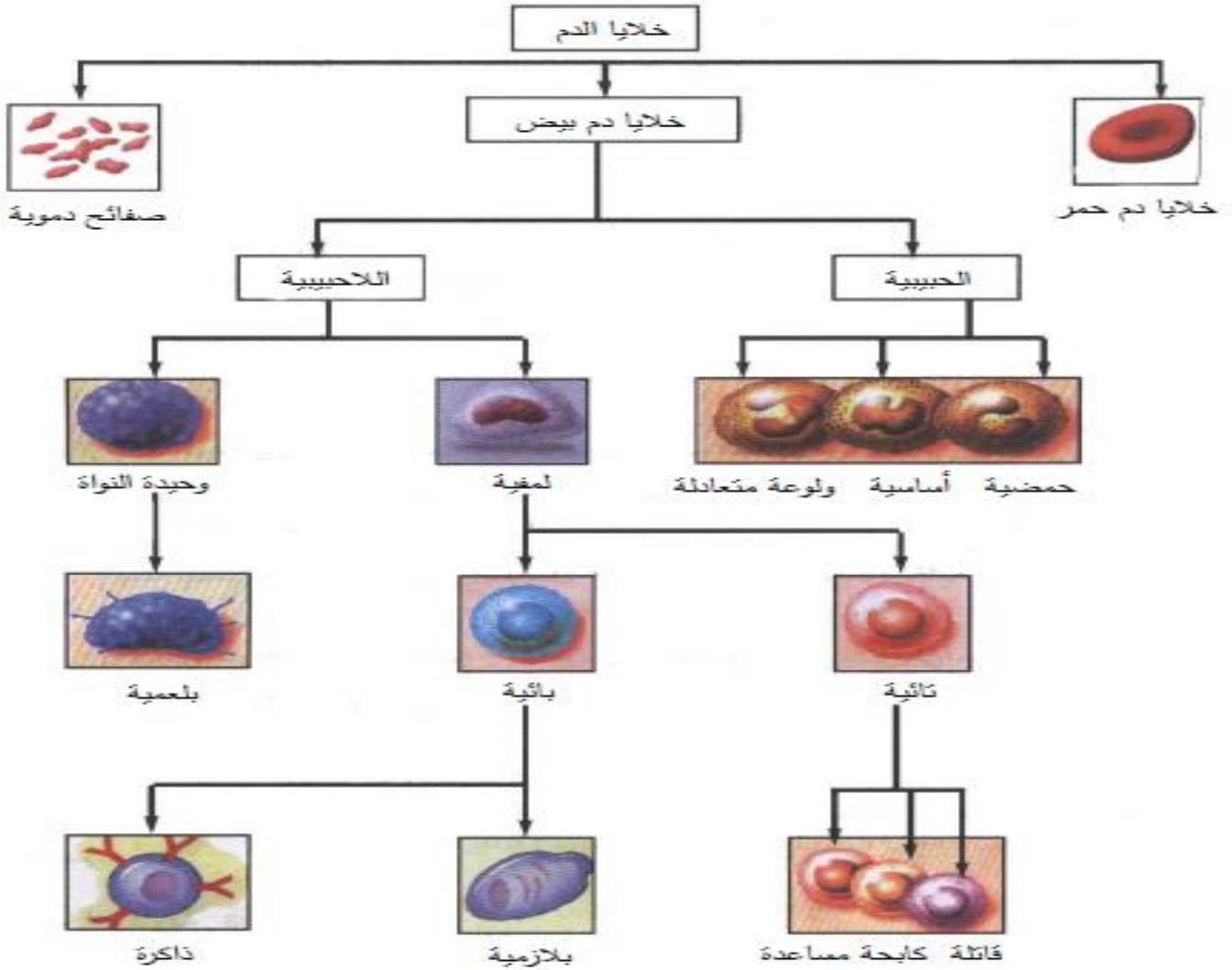
_ ولوعة بالمعتدل (60%)

_ حمضية (1-3%)

ب-الكريات البيض اللاحبيبية:

_وحيدة النواة (٣-١٠%)

_اللمفية (٢٥-٣٠%)



الشكل (٤) خلايا الدم

١_ كتيب بعلم المناعة عبر الزايط:

<http://faculty.ksu.edu.sa/fqalenzi/Documents/%D9%83%D8%AA%D9%8A%D8%A8%20%D8%A8%D8%B9%D9%84%D9%85%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%86%D8%A7%D8%B9%D8%A9.pdf>

الجمعة ٢٠١٦/١٢/٢٣ الساعة ١٦:٣٠

٢_ د. عمر أبو عون الموجّه الأول لمادة علم الأحياء / منظومات استمرارية الحياة / عبر الزايط:

<http://www.syrolympsc.org/assets/files/pdf/lecture%203.pdf>

الجمعة ٢٠١٦/١٢/٢٣ الساعة ١٦:٥٠

الباب الثاني الفيتامينات

أولاً: الفيتامينات ومنشأها:

الفيتامينات عبارة عن مواد عضوية توجد في الطعام وتعتبر أساسية للنمو ولإعادة بناء الأنسجة ولكي أقوم الأنسجة بوظيفتها بطريقة صحيحة.

ومنشأ الفيتامينات نباتي لكنها توجد في أعضاء الحيوان حيث تنتقل إليه عن طريق التغذية بالنبات.

كما أن فيتامين (أ) و (د) ينشأ ويتكوّن في كبد الحوت من جرّاء طعامه بالعضويّات البحرية النباتية المنتشرة في البحار والعلم الحديث قد صنع الفيتامينات المكثفة المصنّعة والمتنوّعة وبشكل دوائيّ للذين لا يتيسّر لهم التّغذية من الطبيعة لعدم وجود بعض النّباتات التي تحوي تلك العناصر في بلادهم لكن الذين يتغذّون باستمرار وفق المجموعات الغذائية الأساسية لا حاجة لهم لأن يهتمّوا بالفيتامينات الدوائية إذ اوجد في غذائهم الكميات الكافية من أنواع الفيتامينات التي يحتاجها الجسم.

ثانياً: الفيتامينات وأهميتها:

تشارك الفيتامينات في التفاعلات الكيميائية الحيوية التي تقوم بتحويل الطّعام إلى طاقة وتعتبر الفيتامينات أساسية لاستمرار الوظائف المختلفة للجسم ولبناء الأنسجة الجديدة.

فبدون الفيتامينات لا يمكن استمرار حياة البشر ونقص الفيتامينات طويل الأمد يسبب اعتلالات صحية ممكن أن تسبب الوفاة في الحالات الشديدة جداً.

ثالثاً: تقسيم الفيتامينات والفرق بين القسمين:

تقسم الفيتامينات إلى قسمين:

١- الفيتامينات الذّوابة في الماء وهي (B،C، B complex، C complex)

٢- الفيتامينات الذّوابة في الدهون وهي (A،D،E، K) والتي تتواجد عادةً في الأجزاء الدهنية من الأنسجة الحيوانية.

والفرق بين القسمين أن الفيتامينات التي تذوب في الماء (ما عدا B 12) لا يمكن نسبياً تخزينها في الجسم ولهذا يجب أن يتم تعويضها باستمرار.

رابعاً: خواصّ الفيتامينات:

١- الفيتامينات لا تعطي طاقة: ولكن الفيتامينات تساعد في تحويل الطعام إلى طاقة فليس بمقدورنا زيادة قدرتنا الفيزيائية بتناول كمّيات إضافية من الفيتامينات، والاستثناء الوحيد لهذا هو في حالة نقص الفيتامينات المحجوب * مثلاً بسبب تناول غذاء يوميّ غير متّزن ونعاني من الإرهاق كنتيجة لذلك فإن تناول كمّيات إضافية من الفيتامينات لإعادة توازن الفيتامينات في الجسم يؤدّي إلى تحسين في المقدرة الفيزيائية

٢ _ لا يمكن الاستبدال أو الاستعاضة عن الفيتامينات بأي من مكونات الطعام الأخرى مثل المعادن والعكس صحيح إذ لا يمكن الاستبدال أو التعويض عن محتويات الطعام الأخرى بالفيتامينات.

٣ _ لا تسبب الفيتامينات زيادة في الوزن فالفيتامينات لا تحتوي على سعرات حرارية.

-
- * نقص الفيتامينات المحجوب: ويؤدّي إلى ظهور أعراض عامّة مثل الانفعال ونقص أو انعدام الشهية والإرهاق والتعب فنقص الفيتامينات المحجوب المستمرّ على المدى القريب أو المتوسّط يعيق الإحساس بالتمتّع بصحة جيّدة ويساهم في تطوير الأمراض المزمنة

خامساً: أشهر الفيتامينات ومصادرها وأعراض نقصها وزيادتها:

١_ فيتامين أ:

فيتامين (أ) أو (A) يمنع الإصابة بالعمى الليليّ وغيره من أمراض العيون، بالإضافة إلى بعض الأمراض الجلديّة مثل حبّ الشّباب وهو يقوّي جهاز المناعة ويساعد في التئام قرح المعدة والأمعاء.

وهذا الفيتامين المهم يبطل أيضاً عمليّة الشّيخوخة، ولا يستطيع الجسم استخدام البروتين والاستفادة منه من غير وجود فيتامين أ.

ويؤدّي نقص فيتامين أ إلى:

_ جفاف الجلد والشعر وتقصفه.

_ جفاف ملتحمة العين.

_ ضعف النمو الجسدي وضعف المناعة وكذلك فقر الدّم.

_ العمى الليلي.

ويمكن الحصول على فيتامين أ من مصادر حيوانيّة مثل الكبد وزيت كبد السمك والزّبدة وصفار البيض وتناول فيتامين أ بكميات كبيرة أ أو لفترات طويلة يمكن أن يكون ساماً للجسم (وللكبد بصفة خاصّة) وارتفاع مستويات فيتامين أ في الجسم إلى حدود سامّة يؤدّي إلى حدوث:

_ آلام في البطن.

_ عدم نزول الحيض.

_ تضخّم الكبد والطحال.

_ اضطرابات في المعدة والأمعاء وغثيان وتقيؤ.

_ سقوط الشعر وحكّة في الجلد.

_ آلام في المفاصل.

٢_فيتامين د D:

يحتاج الجسم فيتامين د أو كالسيفيرول لامتصاص الكالسيوم والفوسفور من الأمعاء والاستفادة منهما وهو ضروري للنمو وبصفة خاصة للنمو الطبيعي للعظام والأسنان في الأطفال.

وفيتامين د يحمي من الضعف العضلي ويدخل في عملية تنظيم ضربات القلب، وهو مهم أيضاً في الوقاية من هشاشة العظام ونقص الكالسيوم في الدم وعلاجهما ويقوي جهاز المناعة وهو ضروري لوظائف الغدة الدرقية وعملية التحطط الطبيعية للدم.

ونقص فيتامين د الشديد يؤدي إلى الإصابة بمرض الكساح عند الأطفال ولين العظام في حالة مشابهة لدى الكبار، والدرجات الأقل شدة من النقص قد تتميز بفقدان الشهية إحساس بحرقة في الفم والحلق وإسهال وأرق واضطرابات في البصر.

ويمكن الحصول على فيتامين د من زيت كبد السمك ومنتجات الألبان والبيض كلها تحتوي فيتامينات د ويوجد هذا الفيتامين في سمك السلمون والسردين والتونة وكذلك يوجد في الشوفان والبطاطا والزيت النباتية كما يتكون فيتامين د في الجسم بتأثير أشعة الشمس.

(أشعة الشمس ضرورية لتكوين فيتامين د الفعّال)

_فيتامين ه E:

فيتامين ه أو التوكوفيرول هو مضادّ للأكسدة وله أهمية في الوقاية من السرطان وأمراض القلب والأوعية الدموية وهو ضروري لإصلاح الأنسجة ومفيد في علاج متلازمة ما قبل الحيض ويساعد في منع الإصابة بالمياه البيضاء في عدسة العين ويحسن الأداء الرياضي ويرخي التقلصات العضلية للساق ويحافظ على سلامة الأعصاب والعضلات ويقوي جدار الشعيرات الدموية.

ويؤدي نقص فيتامين ه إلى تدمير خلايا الدم الحمراء وتلف الأعصاب ويمكن أن تشمل علامات النقص العقم في الرجال والنساء واضطرابات في الحيض وتدهوراً عصبياً عضلياً وحدوث الإجهاد التلقائي ويوجد ارتباط بين تزايد حالات نقص فيتامين ه في الغذاء وكثرة الاعتماد على الأغذية المصنّعة وقلة استهلاك المصادر الطبيعية للغذاء.

يوجد فيتامين هـ في المصادر التالية: الزيوت النباتية والخضراوات الورقية الداكنة والبقول والمكسرات والبدور والحبوب الكاملة واللحوم والأسماك والحليب ويحتاج الجسم إلى عنصر الزنك لكي يحافظ على المستوى الطبيعي لفيتامين هـ في الدم.

٤_ فيتامين K:

يحتاج الجسم فيتامين ك لإنتاج مادة البروثرومبين الضرورية لتجلط الدم وهو ضروري أيضاً لتكوين العظام وإصلاحها وأيضاً ضروري لتخليق مادة الأوستيوكالسين وهو البروتين الموجود في النسيج العظمي والذي تتبلور عليه أملاح الكالسيوم وبالتالي قد يساعد على منع هشاشة العظام، ويلعب فيتامين ك دوراً مهماً في الأمعاء ويساعد على تحويل الغلوكوز إلى جليكوجين ويتم تخزينه في الكبد مما ينشط الوظائف الصحية للكبد.

قد يؤدي نقص فيتامين ك إلى حدوث نزيف غير طبيعي أو نزيف داخلي.

ويوجد في يوجد في بعض الأطعمة منها الأسبارجوس والبروكلي والكرنب والخضراوات الورقية الداكنة وصفار البيض والكبد والشوفان وفول الصويا والقمح (المضادات الحيوية تعيق امتصاص فيتامين ك).

٥_ فيتامين ج C:

فيتامين ج أو حمض الأسكوربيك هو مضادّ للأكسدة ويحتاجه الجسم لنمو الأنسجة وإصلاحها وفي أداء الغدة الدرقية لوظائفها ولسلامة اللثة ويزيد فيتامين ج من امتصاص الأمعاء للحديد وهو ضروري في تكوين الكولاجين ويحمي من تجلّط الدم وتكوّن الكدمات وينشط التئام الجروح والحروق.

يؤدي نقص فيتامين ج إلى الإصابة بمرض الإسقربوط ويتميّز المريض الذي يعاني من عوز في فيتامين ج بضعف التئام الجروح ونزيف اللثة التي تكون لينة واسفنجية ويحدث تورّم في الجسم وضعف شديد ووهن في الجسم ونزيف دقيق تحت الجلد وضعف بالعظام.

٦_فيتامين ب ١:

فيتامين ب ١ أو الثيامين هو أحد فيتامينات مجموعة الفيتامينات ب وهذه المجموعة تساعد على المحافظة على صحّة وسلامة الأعصاب والجلد والشعر والكب والفم وكذلك المحافظة على النشاط العضلي السليم في القناة المعويّة (الأمعاء) ووظائف المخ الطبيعيّة، وتساعد مجموعة فيتامينات ب في إنتاج الطاقة عن طريق عملها مع الأنزيمات المساعدة وقد تكون مفيدة في تخفيف الاكتئاب والقلق.

إنّ تناول فيتامينات ب مهمّ جداً بكبار السنّ لأن معدّل امتصاصها يقل مع تقدّم العمر، بل لقد كان هناك حالات مرضيّة شخّصت على أنها مرض الزهايمر ثمّ تبينّ فيما بعد أنها حالات نقص فيتامين ب ١٢ وفيتامين ب ١ أو الثيامين، وهذا الفيتامين يساعد في تكوين كريات الدّم والتمثيل الغذائيّ للكربوهيدرات وإنتاج حمض الهيدروكلوريك في المعدة الضّروريّ للهضم، والثيامين أيضاً يحسّن النشاط الإدراكيّ ووظائف المخ.

ونقص فيتامين ب ١ يؤديّ إلى الإصابة بمرض البري بري وهو مرض يصيب الجهاز العصبيّ وتشمل الأعراض الإمساك وتورّم الجسم وتضخّم الكبد والطّحال والإرهاق وسرعة النسيان والاضطرابات المعديّة والمعويّة وفقدان الشهية والضّمور العضلي والعصبيّة والتنميل باليدين والقدمين.

وأهم مصادر الثيامين: الأزر الأسمر (نخالة الأرز بصفة خاصّة)، بياض البيض، السمك، البقول، الكب، الفول السوداني، البسلة، جنين القمح والحبوب الكاملة، وخميرة البيرة والمكسّرات والشوفان والبروكلي ومن الأعشاب التي تحتوي على الثيامين، الحلبة وبذور الشمر وجذور الأرقطيون والبقدونس والنعناع.

٧_فيتامين ب ٢:

يعتبر فيتامين ب ٢ أو الريبوفلافين ضروري لتكوين كريات الدّم الحمراء وإنتاج الأجسام المضادّة والتنفس الخلويّ والنّمو وهو يخفف من إجهاد العين وله أهميّة في الوقاية من تكوّن الماء الأبيض في العين.

وفيتامين ب ٢ يساعد في التمثيل الغذائيّ للكربوهيدرات والدهون والبروتينات، وبمساعدة فيتامين أ فإنه يحافظ على الأغشية المخاطيّة في القناة الهضميّة بحالة سليمة، والريبوفلافين يسهّل استهلاك الأنسجة للأوكسجين في الجلد والأظافر والشعر ويمنع الإصابة بقشرة فروة الرّأس ويساعد على امتصاص الحديد

وفيتامين ب ٦ في الأمعاء، والريبوفلافين له أهميّة كبيرة أثناء الحمل لأن نقصه يمكن أن يلحق الضرر بالجنين النامي في الرحم حتى وإن لم تظهر علامات نقص الفيتامين على الأم الحامل.

وتشمل أعراض نقص فيتامين ب ٢ على تشققات وتقرّحات في زاويتيّ الفمّ واضطرابات في العين والتهابات بالفم واللسان وأضرار بالجلد وقد توجد أعراض تشمل الالتهاب الجلديّ والدوار وسقوط الشعر وفرط الحساسية للضوء وسوء الهضم.

وتوجد مستويات مرتفعة من فيتامين ب ٢ في المنتجات الغذائيّة التالية: اللبن والجبن وبيض البيض والسّمك والبقول واللحم والدّواجن والسبانخ والحبوب الكاملة الرّبادي وتوجد مصادر أخرى مثل الأسباراجس والأفوكادو والبروكلي والكرنب وعشّ الغراب والعسل الأسود والمكسّرات، أما الأعشاب التي تحتوي على فيتامين ب ٢ تشمل البابونج وبذور الشّمّر والحلبة والبقدونس والنعناع والمرمريّة.

والعوامل التي تزيد من احتياج الجسم لفيتامين ب ٢ تشمل تناول حبوب منع الحمل وممارسة التمارين الرياضيّة الشّاقّة ويتلف فيتامين ب ٢ بسهولة بتأثير الضوء والمضادّات الحيويّة والكحول.

٨_ فيتامين ب ٣:

فيتامين ب ٣ ويسمّى كذلك في كثير من المراجع بحمض النيكوتينيك وصورته الفعّالة في الجسم هي النياسيناميد وهو ضروري للدورة الدمويّة الطبيعيّة وسلامة الجّد، كما يساعد في أداء الجهاز العصبي لوظائفه وفي تمثيل الغذائيّ للكربوهيدرات والدهون والبروتينات وفي إنتاج حمض الهيدروكلوريك في المعدة وهو يقوم بدور في عمليتي إفراز الصفراء والعصير المعديّ وفي إنتاج الهرمون الجنسي والنياسين يخفّض من الكولسترول في الدّم.

ويؤدّي نقص النياسين إلى الإصابة بمرض البلاجرا وتوجد أعراض أخرى للنقص وتشمل الاكتئاب وإسهال ودوار وإعياء ورائحة كريهة للنفس وصداع وعسر هضم وأرق وآلام بالأطراف وفقدان للشهيّة وانخفاض في سكر الدّم وتقرّحات في الفم وتغيّرات في الجلد تشمل تقرّحات وكذلك خشونة الجلد وتشقّقه.

ويوجد النياسين ونياسيناميد في كبد القر وخميرة البيرة والبروكلي والجزر والجبن ودقيق الذرة والبيض والسّمك واللبن والفول السودانيّ وجنين القمح ومنتجات القمح الكاملة واللحوم الحمراء والدجاج.

٩_فيتامين ب ٥:

فيتامين ب ٥ أو حمض البانتوثنيك و يسمّى أيضاً المضادّ للتوتر و هو يلعب دوراً في إنتاج هرمونات الغدّة الكظرية و تكوين الأجسام المضادة و يساعد في الاستفادة من الفيتامينات و تمثيلها و يساعد في تحويل الدهون و الكربوهيدرات و البروتينات إلى طاقة و تحتاجه جميع خلايا الجسم، و يتمّ تركيزه في أعضاء الجسم و هو ينتج في إنتاج المواد الكيميائية الناقلة للشحنات العصبية و هذا الفيتامين عنصر أساسي في تركيب مساعد أنزيم أ و هو مادة كيميائية و حيوية تدخل في كثير من الوظائف الأيضية الضرورية، و حمض البانتوثنيك ضروري لأداء القناة الهضمية لوظائفها الطبيعية.

نقص فيتامين ب ٥ يسبب الإعياء والصداع والغثيان ووخز في اليدين.

ويوجد حمض البانتوثنيك في أطعمة كثيرة منها لحم البقر وخميرة البيرة والبيض والخضراوات الطازجة والكبد والبقول والمكسرات وأسماك المياه المالحة والقمح الكامل.

١٠_فيتامين ب ٦:

فيتامين ب ٦ أو بايروتوكسين يدخل في العيد من الوظائف الجسدية بما يفوق أي عنصر غذائي آخر تقريباً، و يساعد البايروتوكسين أيضاً في المحافظة على توازن الصوديوم و البوتاسيوم و ينشّط تكوين خلايا الدّم الحمراء و هو ضروري للجهاز العصبي و لوظائف المخ الطبيعية و لتكوين الحمضين النوويين DNA _ RNA اللذين يحتويان على المعلومات الجينية الخاصة بعمليات التكاثر لجميع خلايا الجسم و يلعب فيتامين ب ٦ دوراً في المناعة ضدّ مرض السرطان و يساعد في الوقاية من تصلّب الشرايين و كذلك يثبّط تكوّن مادة سامّة تدعى هوموسيستين و التي تهاجم عضلة القلب و تسمح بتراكم الكولسترول حولها.

نقص فيتامين ب ٦ يسبب الأنيميا (فقر الدّم) والتشنجات والصداع والغثيان وتشقق الجلد وقرح اللسان وهناك علامات أخرى لنقص الفيتامين وهي فقدان الشهية والالتهاب المفصلي والالتهاب في ملتحة العين وتأخر التئام الجروح وصعوبات في التعلّم وضعف في الذاكرة وسقوط الشعر.

بشكل عام كل الأطعمة تحوي على نسب من فيتامين ب ٦ ومع ذلك فالأطعمة التالية الذكر تحوي على أعلى كميات من هذا الفيتامين وهي خميرة البيرة والجزر واللحم والبسلة والسبانخ والجوز والموز والأفوكادو والبروكلي وفول الصويا.

١_ عمّار سالم الخزرجي /أهميّة الفيتامينات والمعادن /لبنان /بيروت /دار الهادي /الطبعة الأولى /٢٠٠٧

٢_ موسوعة الفيتامينات والمعادن فوائدها وأضرارها عبر الرّابط:

<http://filesplus.abunawaf.com/2010-04/item-1271850047.pdf>

السبت ٢٠١٦/١٢/٢٤ الساعة ١٧:٣٠.

الباب الثالث
الفيتامينات تطلق المناعة الأساسية

تلعب فيتامينات عديدة دوراً محورياً في وظائف الجهاز المناعي فضلاً عن وظائفها الحيوية في عمليات التطور والنمو والأيض، ومن المعروف أن كلاً من فيتاميني د و أ القابلين للذوبان في الدهون يؤديان دوراً كبيراً في تعديل الاستجابة المناعية، لكن ما يطرحه الباحثون هو وظيفة مناعية مختلفة تماماً يقوم بها الفيتامين ب ٢ الريبوفلافين و شقيقه ب ٩ حمض الفوليك و هي الفيتامينات القابلة للذوبان في الماء حيث يطرح الباحثون البرهان على أن الجزيئات الناتجة عن الأيض الذي تبزله البكتيريا على أنواع بعينها من فيتامين ب لها القدرة على تنشيط فئة من الخلايا المناعية التائية T_CELLS المسماة الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية (MAIT) التي تقوم بدورها باكتشاف الخلايا المصابة بالعدوى عبر أيض الفيتامينات المرتبطة بسطح هذه الخلايا، وهو ما يعني أن الفيتامينات لها القدرة على العمل كمستضدات (مواد تقوم بتنشيط الخلايا المناعية التائية البائية).

كما تعزز هذه الفيتامينات من تفهمنا لهذه الزراع الجديدة للجهاز المناعي.

تمثل الخلايا التائية بمختلف أنواعها لاعباً أساسياً في الجهاز المناعي، مقدمة الحماية اللازمة ضد الإصابة بالعدوى.

ومن أشهر أنواع الخلايا التائية T_CELLS (CD4+_CD8+) الموجودتان في معظم أنحاء الجسم، كما تحمل كل منهما على سطحها طيفاً واسعاً من مستقبلات الببتيدات (أجزاء من تركيب البروتينات) الموجودة على سطح الخلايا الأخرى بواسطة أحد بروتينات الغشاء الخلوي الذي ينتمي بدوره لعائلة (مركبات التوافق النسيجي الرئيسية) (MHC).

وعلى النقيض، فإن الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية (MAIT) تمثل نوعاً غير تقليدي من الخلايا التائية، حيث توجد بأعداد كبيرة في الأمعاء والكبد وكذلك في الرئتين كما تتمتع بتنوع محدود لمستقبلات المستضدات ويذكر أن تطور هذا النوع من الخلايا التائية يعتمد في الأساس على أحد البروتينات المرتبطة بمركبات التوافق النسيجي ويطلق عليه اسم (MR1).

وقد تم الإبقاء عليه طوال رحلة تطور الثدييات.

ونظراً إلى التشابه الشديد بين تسلسل الأحماض الأمينية في جزيء MR1 وتلك الموجودة بجزيئات مركبات التوافق النسيجي الرئيسية فإن مركب MR1 يرتبط بمستضدات بعينها تقوم بدورها بتنشيط الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية (MAIT) وتطرح الدراسات الجينية والكيميائية الحيوية الدور الذي يلعبه المركب MR1 في تقديم المستضدات لتنشيط الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية (MAIT)، رغم عدم التعرف على الطبيعة الكيميائية له حتى الآن.

و بصورة فريدة عن أنواع الخلايا التائية الأخرى تعتمد الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية (MAIT) في بقائها على البكتيريا المتطفلة التي تعدّ كائنات ميكروبية غير ممرضة تعيش على الجسم البشري و بداخله عند ذلك ينشط هذا النوع من الخلايا بواسطة الخلايا المصابة بالعدوى من قبل طيف واسع من أنواع البكتيريا و الفطريات (و ليس الفيروسات) و حسب هذه النتائج فإن جزيئات المركب MR1 تتقيّد غالباً بمستضدات ميكروبية يتم تقديمها بعد ذلك للخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية (MAIT).

وبهذا يمكن القول إن الباحثين قد تخطّوا مرحلة رئيسية نحو التعرف الدقيق على كيفية تقديم الجزيء MR1 بتحديد التركيب البلّوري للجزيء المرتبط بأحد نواتج الأيض لحمض الفوليك (6_ فورميل البيبتيرين) (6_FP).

انطلقت هذه الدراسة عن ملاحظة عارضة قابلت الباحثين حيث عزز استخدام وسائط محتوية لحمض الفوليك طي جزيئات البروتين MR1 المشوّمة.

يظهر التركيب البلّوري الذي اقترحه المؤلفون أنّ تجويف ارتباط المستضدات يشتمل _بشكل خاص_ على حلقات البترين التي تتمثل في صورة مركّبات مستقلة تحوي عليها بعض الفيتامينات و أيضاً كما يمكن من التوصل إلى قدرة مشتقات الريبوفلافين على تنشيط الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية (MAIT) خارج الجسم البشري عن الارتباط بالمركّب MR1 على الارتباط بأيض فيتامين ب و قدرة بعض الأيض على تنشيط الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية فيما يحدد بدوره نموذجاً جديداً من تقديم المستضدات للخلايا المناعية، فمن المعروف مسبقاً أنّ مركبات التوافق النسيجي الرئيسية تقوم بتقديم الببتيدات للخلايا التائية T_CEELS (CD4+_CD8+) بينما يقوم مركّب آخر شبيه يطلق عليه "CD1d" بتقديم جزيئات الدهون لفئة أخرى من الخلايا التائية يطلق عليها اسم القاتلة الطبيعية لكن ما أصبح لدينا الآن هو دليل على أن جزيئات مركّب MR1 تقوم بتقديم أبيض فيتامينات ب للخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية.

وما زالت الألية الدقيقة التي ترتبط بها عملية تقديم المستضدات بالمناعة ضدّ الميكروبات غير واضحة تماماً لكن ما يقترحه الباحثون هو ألية تتمكّن بها الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية من اكتشاف ومحاربة الإصابة بالعدوى عن طريق تقديم أبيض الفيتامين ب على سطح الخلايا المستضيفة المصابة بالعدوى.

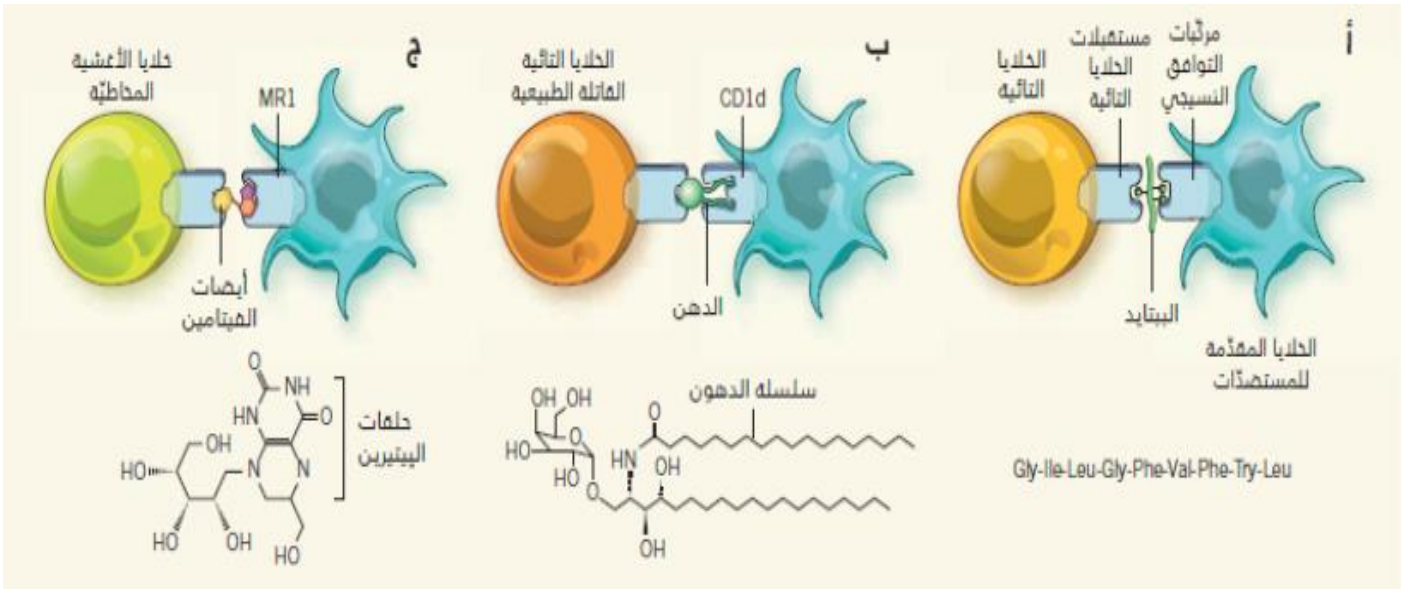
ودعماً لهذا المقترح أدرج الباحثون النتيجة السابقة التي أظهرت أنّ المسار الأيضي الذي ينتج جزيئات المستضدات لا يوجد إلا في الميكروبات التي سبق التعرف على قدرتها على تنشيط الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية خارج الجسم البشري لكن مازال هذا الارتباط بحاجة إلى الاختبار بطريقة تجريبية لتحديد مدى أهميّة تقديم أيض الفيتامين ب في التصديّ للعدوى.

هذا..... ومن المثير أيضاً أن يتم التعرف على الموضع الخلويّ و الألية التي تتمكّن بها أيضاً الفيتامين ب من الارتباط ببروتينات MR1 و الدور الذي تلعبه الإصابة بالعدوى في هذه العملية، ففي الفئران الخالية من الميكروبات (التي لا تحتوي أياً من البكتيريا الطفيلية) بما يجعلها لا تحتوي على الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية تسمح إضافة أنواع بعينها من البكتيريا الطفيلية بتكوّن ذلك النوع من الخلايا، لكن ما يثير الفضول أنّ أنواع البكتيريا الطفيلية لا تحتوي جميعها على المسار الأيضيّ الذي ينتج الأيض الذ درسه الباحثون و هو ما يتضمّن وجود روابط أخرى لمركّب MR1 تلعب دوراً في اكتشاف الميكروبات بواسطة الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية، فضلا عن جزيئات خلوية ناقلة للإشارة، كالإنترلوكين ١٢ و ٢٣ (١١_٢٣، ١١_١٢) المعروفة بقدرتها على تنشيط الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية، و هو ما قد يخفف من أهميّة الإشارات المنشّطة المشتقة من تقديم الفيتامينات بواسطة مركّب MR1.

يثار سؤال آخر حول الأدوار التي تؤديها الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية في الأمعاء؛ فمن المعروف أن الفيتامينات تعمل على تنسيق العلاقات بين مناعة الثدييات و بين البكتيريا المعوية المتطفلة و غيرها من الميكروبات الممرضة و على سبيل المثال يعمل الفيتامين ب ٩ و مشتقاته كأنزيم مساعد في المسارات الأيضية الأساسية، فضلاً عن حاجة الخلايا التائية المنظمة إليه للبقاء و يرى الباحثون أن التفاعلات بين الجسم المضيف و البكتيريا المعوية قد تتأثر بتقديم المستضدات الميكروبية عبر مركّب MR1 للخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية.

ويبرز عن هذه الفكرة نمزج لتطور الثدييات، يشتمل على تكاثر البكتيريا الطفيلية بأعداد كبيرة في الجسم المضيف، بما يسمح للخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية بالتكوّن والنمو في الغدة الزعترية (THYMUS) لننتقل بعد ذلك إلى غيرها من الأعضاء وخاصة الرئتين والكبد والأمعاء، حيث تقوم بدورها في التصديّ للعدوى البكتيرية. ورغم الحاجة إلى المزيد من الجهد فإنه من المثير أن تتضاعف الحماية التي تقدّمها الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية بمواجهة الممرضات عند تزايد نسب الفيتامينات في الغذاء أو عند تناول علاجات تحتوي على البيبتيرين وهو ما يعزز الاستجابة المناعية

لمواجهة الميكروبات، أو حتّى علاج أمراض العوز المناعيّ



الشكل (٥) أنماط تقديم المستضدات.

أترتبط الخلايا التائية التقليدية $CD4+CD8+$ بالمستضدات المقدمّة على جزيئات مرّكبات التوافق النسيجي MHC على سطح الخلايا الأخرى، ة تكون هذه المستضدات في الغالب عبارة عن سلاسل قصيرة من الأحماض الأمينية (الببتيدات) المشتقة من البروتينات، وتعبّر الكرات الصغيرة الممتدة من الببتيد عن سلاسل الأحماض الأمينية الجانبية التي تربط الببتيد بمرّكبات التوافق النسيجي MHC أو يمكن اكتشافها بواسطة مستقبلات الخلايا التائية $CD8+$ كما يظهر في الصورة أسفل الخلايا.

ب-فئة أخرى من الخلايا التائية تسمى الخلايا القاتلة الطبيعية التي تتعرّف على المستضدات المشتقة من جزيئات الدهون المقدمّة بواسطة خلايا تحمل جزيئاً يسمى $CD1d$ ، الذي يتميز بوجود تجويفات عميقة يمكنها استيعاب سلاسل الدهون الموجودة في المستضد، كالدهن السكري الذي يقوم بتحفيز الخلايا القاتلة الطبيعية كما هو مصوّر بالشكل.

ج-يظهر الباحثون أنّ نوعاً ثالثاً من جزيئات تقديم المستضدات يسمى $MR1$ يقوم بتقديم أيضات الفيتامين ب لنوع من الخلايا التائية يسمى الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية.

ويقدّم المؤلفون هيكلاً بلورياً للجزيء $MR1$ المرتبط بمشتقات فيتامين ب ٩ الذي يظهر بدوره التجويف الذي يرتبط فيه المستضد ويستوعب هياكل حلقات البترين المميزة للفيتامين ب وأيضه مثل أبيض الفيتامين ب ٢ الذي يقوم بتحفيز الخلايا التائية الثابتة الخاصة بالأغشية المخاطية.

● ملاحظة: في الباب الثالث يقصد بالباحثين "كير نيلسن وزملاؤه الباحثون".

١_ ويبي جين شوا _ تيد هانسن / الفيايمينات والمناعة

ملاحظة: المقالة العلمية مرفقة

1. Chun, R. F., Adams, J. S. & Hewison, M. *Expert Rev. Clin. Pharmacol.* **4**, 583–591 (2011).
2. Hall, J. A., Grainger, J. R., Spencer, S. P. & Belkaid, Y. *Immunity* **35**, 13–22 (2011).
3. Kjer-Nielsen, L. et al. *Nature* **491**, 717–723 (2012).
4. Treiner, E. et al. *Nature* **422**, 164–169 (2003).
5. Huang, S. et al. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **106**, 8290–8295 (2009).
6. Gold, M. C. et al. *PLoS Biol.* **8**, e1000407 (2010).
7. Le Bourhis, L. et al. *Nature Immunol.* **11**, 701–708 (2010).
8. Chua, W.-J. et al. *Infect Immun.* **80**, 3256–3267 (2012).
9. Chiba, A. *Arthritis Rheum.* **64**, 153–161 (2012).
10. Nicholson, J. K. et al. *Science* **336**, 1262–1267 (2012).
11. Said, H. M. *Biochem J.* **437**, 357–372 (2011).
12. Kunisawa, J., Hashimoto, E., Ishikawa, I. & Kiyono, H. *PLoS ONE* **7**, e32094 (2012).
13. Koenig, J. E. et al. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **108** (suppl. 1), 4578–4585 (2011).

النتائج والمقترحات

١_ يمكن للفيتامينات أن ترفع من المقدرة الفيزيائية في حالة وحيدة وهي معاناة المريض من نقص الفيتامينات المحجوب وفي تلك الحالة تناول الفيتامينات يُعافي من نقص الفيتامينات المحجوب مما يرفع القدرة الفيزيائية للجسم.

٢_ يمكن لمشتقات فيتامين ب التقيد بالبروتين الذي يقدم المستضدات، ويحفز أنواعاً متخصصة من خلايا المناعة، مما يطرح آلية جديدة يمكن للجهاز المناعي بواسطتها أن يكشف عدوى الميكروبات.

المقترحات:

١_ الحفاظ على غذاء متوازن يحوي على تشكيلة كاملة من الفيتامينات اللازمة للجسم.

٢_ الابتعاد عن كل ما يضعف جهاز المناعة والنظافة الشخصية

٣_ ممارسة التمارين الرياضية.

٤_ تجنّب المسكرات.

المراجع

١_ عمّار سالم الخزرجي /أهميّة الفيتامينات والمعادن /لبنان /بيروت /دار الهادي /الطبعة الأولى /٢٠٠٧

٢_ كتيّب بعلم المناعة عبر الرّابط:

<http://faculty.ksu.edu.sa/fgalenzi/Documents/%D9%83%D8%AA%D9%8A%D8%A8%20%D8%A8%D8%B9%D9%84%D9%85%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%86%D8%A7%D8%B9%D8%A9.pdf>

الجمعة ٢٣/١٢/٢٠١٦ الساعة ١٦:٣٠

٣_ د. عمر أبو عون الموجّه الأول لمادّة علم الأحياء / منظومات استمراريّة الحياة /عبر الرّابط:

<http://www.syrolympsc.org/assets/files/pdf/lecture%203.pdf>

الجمعة ٢٣/١٢/٢٠١٦ الساعة ١٦:٥٠

٤_ موسوعة الفيتامينات والمعادن فوائدها وأضرارها عبر الرّابط:

<http://filesplus.abunawaf.com/2010-04/item-1271850047.pdf>

السبت ٢٤/١٢/٢٠١٦ الساعة ١٧:٣٠

1. Chun, R. F., Adams, J. S. & Hewison, M. *Expert Rev. Clin. Pharmacol.* **4**, 583–591 (2011).
2. Hall, J. A., Grainger, J. R., Spencer, S. P. & Belkaid, Y. *Immunity* **35**, 13–22 (2011).
3. Kjer-Nielsen, L. et al. *Nature* **491**, 717–723 (2012).
4. Treiner, E. et al. *Nature* **422**, 164–169 (2003).
5. Huang, S. et al. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **106**, 8290–8295 (2009).
6. Gold, M. C. et al. *PLoS Biol* **8**, e1000407 (2010).
7. Le Bourhis, L. et al. *Nature Immunol.* **11**, 701–708 (2010).
8. Chua, W.-J. et al. *Infect. Immun.* **80**, 3256–3267 (2012).
9. Chiba, A. *Arthritis Rheum.* **64**, 153–161 (2012).
10. Nicholson, J. K. et al. *Science* **336**, 1262–1267 (2012).
11. Said, H. M. *Biochem. J.* **437**, 357–372 (2011).
12. Kunisawa, J., Hashimoto, E., Ishikawa, I. & Kiyono, H. *PLoS ONE* **7**, e32094 (2012).
13. Koenig, J. E. et al. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **108** (suppl. 1), 4578–4585 (2011).

الفهرس

١	الغلاف
٢	المقدمة والاشكالية
٣	الباب الأول
٤	الفصل الأول
١٠	الفصل الثاني
١٢	الباب الثاني
٢٢	الباب الثالث
٢٧	النتائج والمقترحات
٢٨	المراجع