

## التغذية والنمو العصبي في مرحلة الطفولة

### Nutrition and neurodevelopment in childhood

حجاج محمد الأمين\*

المدرسة العليا للأساتذة بورقلة (الجزائر) amine\_3000@hotmail.com

تاريخ الاستقبال: 2022/02/16؛ تاريخ القبول: 2022/05/29؛ تاريخ النشر: 2022/06/16

**ملخص:** تعتبر المرحلة الجنينية ومرحلة الطفولة المبكرة من الفترات الحرجة لنمو الجهاز العصبي وخاصة الدماغ. فالاختلالات البنيوية التي يمكن أن تحدث للدماغ خلال هذه الفترة قد لا يمكن الشفاء منها مستقبلا بالرغم من خاصية اللبونة العصبية للدماغ. وقد تناولت عدة بحوث حديثة في مجال العلوم العصبية تأثير بعض العوامل مثل الأمراض والوراثة والانفعالات على النمو السليم للدماغ.

تطرق هذه الدراسة إلى تأثير الغذاء وبعض العناصر الكيميائية الأساسية (المعادن، البروتينات، الفيتامينات) على نمو الدماغ في الفترة الجنينية وفترة الطفولة وتأثير ذلك على وظائف الدماغ في المدى الطويل والمستقبل الأكاديمي والمعرفي للطفل. كما تناولت الدراسة أهم مظاهر النمو العصبي في هذه الفترة الحاسمة.

**الكلمات المفتاح:** نمو الدماغ – الغذاء – الفترة الجنينية – العناصر الكيميائية – الطفولة

**Abstract:** The embryonic phase and early childhood are the most critical periods for the development of the nervous system, especially the brain. The structural abnormalities that could occur to the brain during this period may not be able to be cured in the future, despite the neural plasticity of the brain. Many recent studies in the field of neuroscience have tackled the effect of some factors such as diseases, genetics and emotions on the healthy development of the brain.

The current study aims to investigate the effect of food and some basic chemical elements (minerals, proteins, vitamins) on brain development in the embryonic and childhood period. Also, it focuses on their impact on the brain functions in the long term and the child's academic and cognitive future. The study also dealt with the most important manifestations of neurodevelopment in this crucial period.

**Keywords:** brain development - food - embryonic phase - chemical elements - childhood.

يعتبر ضعف الأداء الأكاديمي والمعرفي والمشاكل الصحية الجسمية والنفسية لدى الأطفال مصدر قلق متزايد في جميع دول العالم. فمثلا في أوروبا "تشير التقديرات إلى أن اضطرابات النمو المعرفي والاضطرابات العقلية بما في ذلك اضطرابات القلق والمزاج والتحكم في الانفعالات، تؤثر على حوالي 35% من الأطفال، مما يقلل من جودة حياتهم ويكون له آثار اقتصادية سلبية على المجتمع كما تمثل الاضطرابات النفسية 8.1% من عبء المرض العالمي" (Tania Anjos, 2013, p1826 et al) وبالتالي هناك ضرورة ملحة إلى دراسة وتحديد أسباب هذه الاضطرابات وترجمة ذلك إلى برامج تفيد الفرد والمجتمع.

هناك أدلة متزايدة على أن نقص التغذية أثناء الفترات الأولى للنمو تؤثر على الجانب الجسمي والسلوكي والوظائف العقلية طوال سنوات الطفولة والبلوغ. لهذا فالتكيز على دراسة دور التغذية وتأثيرها في فترة الحمل والرضاعة أهمية خاصة وفوائد بعيدة المدى صحيا واجتماعيا واقتصاديا.

في سن العاشرة يشكل دماغ الطفل 5-10% من كتلة الجسم، بينما يشكل دماغ البالغين 2% من وزن الجسم. لهذا فدماغ الطفل يستهلك طاقة أكبر من الجلوكوز. عندما يتغذى الطفل غذاء كاملا ومتوازنا وصحيا خلال الفترة الجنينية وفترة الرضاعة، تتوفر الطاقة الأساسية والبروتينات والأحماض الدهنية اللازمة لنمو الدماغ خلال هذه الفترة التأسيسية. والسؤال الذي نطرحه: كيف يؤثر الغذاء و العناصر الكيميائية الأساسية بُنيويا ووظيفيا على نمو أدمغة أطفالنا وكيف يؤثر نقصها على المستقبل التعليمي لهم؟

## 1- تعريف بعض العناصر الكيميائية الأساسية لأجسامنا:

هناك أربعة مجموعات للمواد الغذائية الأساسية هي: المعادن، الفيتامينات و الأحماض الدهنية الأساسية والأحماض الأمينية الأساسية.

### 1-1 المعادن:

المعادن هي عناصر كيميائية موجودة داخل الأرض وهي مغذيات أساسية لكل الكائنات الحية، فمثلا النباتات تحصل على المعادن من التربة. أما بالنسبة للإنسان فمعظم المعادن في نظامنا الغذائي تأتي من النباتات والحيوانات والمياه. ومن بين المعادن التي يحتاجها جسم الإنسان ليقوم بوظائفه الحيوية نجد: الحديد، الزنك، النحاس، المغنيسيوم، الكالسيوم، البوتاسيوم، الصوديوم وغيرها. وستحدث في هذا المقال فقط على ثلاثة أنواع من المعادن والتي تناولتها عدة دراسات حديثة وهي: الحديد و الزنك والنحاس.

### - الحديد Fer :

الحديد عنصرٌ كيميائي رمزه **Fe** ، بالنسبة إلى الكتلة فإن الحديد يأتي في المرتبة الأولى من حيث وفرة العناصر الكيميائية في الأرض (32.1%) ، وخاصة في اللب الداخلي والخارجي في باطن الأرض. ويدخل الحديد في مجموعة المركبات العضوية الفلزية التي لها أدوار حيوية ضرورية لأجسامنا نذكر منها:

- الهيموغلوبين أو خضاب الدم هو بروتين محمول داخل خلايا الدم الحمراء ويحتوي على ذرات الحديد (Fe) ويعمل الهيموغلوبين على إلتقاط الأوكسجين في الرئتين ويوزعه على الأنسجة للحفاظ على حياة الجسم.

• **الميوغلوبين** وهو بروتين يربط الحديد والأكسجين ويوجد في الأنسجة العضلية للفقاريات بصورةٍ عامة، وجميع الثدييات بصورةٍ خاصّة.

عنصر الحديد موجود في مواد غذائية كثيرة. وأغنى المواد الغذائية بالحديد نجد: اللحوم الحمراء كاللحم، والبقوليات كالعدس والحمص والبقول، ولحوم الدواجن والسمك، والخضار مثل السبانخ والباذنجان والخرشوف. ويكون امتصاص حديد اللحوم أسهل مقارنةً مع الحديد من النباتات.

#### - النحاس **Cuivre** :

النحاس هو عنصر كيميائي رمزه **Cu**، يتمركز معظم النحاس الموجود في أجسامنا في الكبد والعظام والعضلات، ولكن توجد كميات قليلة منه في جميع أنسجة الجسم. يطرح الكبد النحاس الزائد في الصفراء لإخراجه من الجسم. ويدخل عنصر النحاس في تكوين الكثير من الإنزيمات، بما فيها الإنزيمات الضرورية لإنتاج الطاقة والإنزيمات الضرورية لتكوين خلايا الدم الحمراء أو العظام. يمكن أن يكون نقص أو زيادة عنصر النحاس في أجسامنا وراثيا أو مكتسبا.

يوجد النحاس بنسب مختلفة في كثير من المواد الغذائية نذكر منها: اللحوم وصفار البيض، السمسم، كبد الحيوان، بذور دوار الشمس، نخالة الحبوب، الجوز، المحار البحرية، الفستق السوداني، اللوز، سمك التونا، القمح الكامل، جوز الهند، المشمش المجفف، العدس، التين المجفف، الحليب، الفاصوليا، البلح.

#### - الزنك **Zinc** :

الزنك عنصر كيميائي رمزه **Zn** موجود في جميع أنحاء الجسم: الأعضاء الحيوية، الأنسجة، العظام، الخلايا والسوائل. تحتوي العضلات والعظام على معظم مخزون الجسم من الزنك (90%). إلا أن أعلى تركيز للزنك ضمن الجسم يقع ضمن غدة البروستات والسائل المنوي ليأتي بعد ذلك العينين.

الزنك عنصر أساسي لحياة البشر والحيوان والنبات. فهو حيوي بالنسبة للكثير من الوظائف البيولوجية ويؤدي دورا حاسما في أكثر من 300 من الإنزيمات التي يحتاجها الجسم لعمليات القلب والتنفس والهضم وغيرها. ويساعد الزنك الجهاز المناعي كما انه مهم أيضاً لالتئام الجروح ولحاستي التدوق والشم. يحتاج الجسم الزنك بكميات ضئيلة لا تتعدى 15 ملغ يوميا.

يتواجد الزنك في مختلف اللحوم الحمراء، وفي مختلف لحوم الأسماك و الدواجن. كما يتواجد أيضاً في الغذاء النباتي بنسب متفاوتة، فالعديد من النباتات تحتوي على الزنك، إلا أن مقداره فيها يتغير وفق الكميات التي يتواجد بها في التربة.

#### - اليود **Iodine** :

هو عنصر كيميائي رمزه **I** وهو أحد العناصر الغذائية الهامة اللازمة لعملية التمثيل الغذائي وله آثار هامة على الغدة الدرقية، ويتم تخزين حوالي 65% من اليود في أجسامنا في الغدة الدرقية.

ومن أهم مصادر اليود نجد:

العشب البحري (أو ما يُسمّى بالطحالب البحرية، وتُعدّ أحد أفضل المصادر الطبيعية لليود)، منتجات الألبان، سمك التونا، البيض، المأكولات البحرية، الفواكه.

## 2-1 البروتينات: Protéines

البروتينات هي جزيئات حيوية ضخمة تتكون من سلسلة من الأحماض الأمينية ولها وظائف كثيرة داخل أجسام الكائنات الحية. وهي بمثابة المكون الهيكلي الرئيسي للعضلات والأنسجة الأخرى في الجسم. كما يتم استخدام البروتينات لإنتاج الهرمونات والإنزيمات وهيموغلوبين الدم، ويمكن استخدامها أيضاً مصدراً للطاقة. هناك 20 من الأحماض الأمينية التي تم تحديدها وهي ضرورية لنمو الإنسان والتمثيل الغذائي، وتقسم هذه الأحماض الأمينية إلى نوعين، وهي: الأحماض الأمينية غير الأساسية والأحماض الأمينية الأساسية.

- 12 حمض أميني غير أساسية بالنسبة للراشد و 11 بالنسبة للأطفال، بمعنى أنه يمكن تصنيعها داخل أجسامنا ولا نحتاج بالضرورة إلى تناولها في النظام الغذائي.

- 08 أحماض أمينية أساسية بالنسبة للراشد و 09 بالنسبة للأطفال لا يمكن تصنيعها داخل أجسامنا ولكن يجب الحصول عليها عبر غذائنا.

هناك ثلاثة أنواع من البروتين في الطعام، الأول هو البروتين الكامل، والذي يضمّ الأطعمة التي تحتوي على جميع الأحماض الأمينية الأساسية، وهي متوفرة في المصادر الحيوانية مثل اللحوم، والبيض، وحليب الأبقار. والنوع الثاني هو البروتين غير الكامل، وتشمل الأطعمة التي تحتوي على نوع واحدٍ على الأقلٍ من الأحماض الأمينية الأساسية، ومنها: البازيلاء، والفاصولياء. وأخيراً البروتينات المكتملة، والتي تتكون من نوعين أو أكثر من الأطعمة التي تحتوي على البروتينات غير الكاملة، والتي يجب تناولها معاً للحصول على البروتين الكامل، ومنها: الخبز مع زبدة الفول السوداني، أو الأرز مع الفاصولياء.

## 3-1 الفيتامينات Vitamines :

الفيتامينات هي مواد عضوية يحتاجها الجسم ليعمل بشكل سليم. وهي تصل إلى أجسامنا من طرق خارجية حيث لا يمكن للجسم إنتاجها. وللفيتامينات وظائف بيوكيميائية متنوعة. يوجد 13 نوعاً من الفيتامينات، وتقسم هذه الفيتامينات إلى مجموعتين رئيسيتين، بحسب الشكل الذي تصل فيه إلى أجسامنا: 09 فيتامينات التي تذوب في الماء، و 04 فيتامينات التي تذوب في الدهون.

تضم مجموعة الفيتامينات التي تذوب في الماء: الفيتامين B والفيتامين C بجميع أنواعه. وتضم مجموعة الفيتامينات التي تذوب في الدهون: الفيتامين A، الفيتامين D، الفيتامين E، الفيتامين K التي تصلنا من الأغذية الغنية بالدهنيات، مثل منتجات الحليب والزيتون.

## 1-4 الكولين: Choline

الكولين من المواد الأساسية المغذية للجسم والتي تمتاز بخاصية الذوبان في الماء وهي عادة تتركب من فيتامين B، ينتج جسم الإنسان الكولين عادةً بشكل طبيعي في الكبد، لكن قد لا تكون الكمية التي ينتجها الجسم من الكولين كافية، لذا ينصح بالحصول على الكولين من مصادره الغذائية المختلفة.

إن أبرز المصادر الطبيعية للكولين هي:

- اللحوم: مثل الدجاج، والديك الرومي، واللحم البقري.
- الخضروات: مثل القرنبيط.
- أسماك: مثل سمك السلمون.
- البقوليات والحبوب والمكسرات: مثل فول الصويا، والحمص.

## 2- تقنيات المستعملة في تقييم نمو الدماغ:

يستعمل الباحثون عديد التقنيات والوسائل لمراقبة وتقييم التأثيرات المتعلقة بالتغذية في بنية ووظيفة الدماغ. فمثلاً يمكننا قياس سمك القشرة والبنية المجهرية للمادة البيضاء وكذلك قياس حجم الدماغ، باستعمال جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI). كما يمكن الحصول على القياسات الموضوعية للوظيفة الكهربائية للدماغ عن طريق مخطط كهرباء الدماغ (EEG) أو عن طريق الجهود المستحثة (EP) والجهود ذات الصلة بالحدث (ERP).

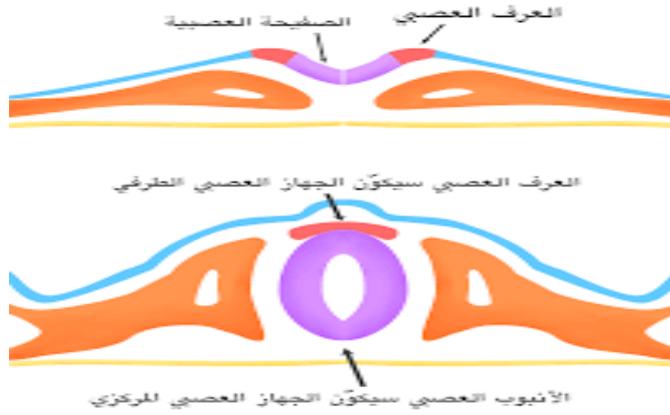
هناك تقنية أخرى متطورة تستعمل كثيراً في مجال نمو الدماغ وهي التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (fMRI)، وهي تقنية تستعمل لملاحظة ومراقبة نشاط الدماغ أثناء أداء مهامه. وهو يعمل من خلال الكشف عن التغيير في مستويات الأوكسجين في الدم التي تحدث أثناء نشاط الخلايا العصبية. يتم إنشاء "صور" ثلاثية الأبعاد (3D) مفصلة للدماغ، تتكون كل منها من آلاف من عناصر الصورة ثلاثية الأبعاد. يمكن استخدام التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي لإنتاج خرائط تنشيط توضح مناطق الدماغ التي تشارك في عملية معرفية محددة.

## 3- نمو الدماغ في المرحلة الجنينية ومرحلة الطفولة:

يمر الدماغ خلال مرحلة الحمل ومرحلة الطفولة المبكرة بمراحل حرجة شديدة الحساسية، لهذا يطلق علماء الأعصاب على الفترة ما بين الثلاثة أشهر الأخيرة من الحمل إلى نهاية السنة الثانية من العمر فترة طفرة نمو الدماغ (Brain growth spurt).

### 3-1 المرحلة الجنينية:

بعد حوالي 22 يوماً من الحمل، تبدأ الصفيحة العصبية (neural plate) بالثني للداخل، وتشكل الأنبوب العصبي، والذي يصبح في النهاية الجهاز العصبي المركزي أي الدماغ والنخاع الشوكي. (شكل رقم 01)



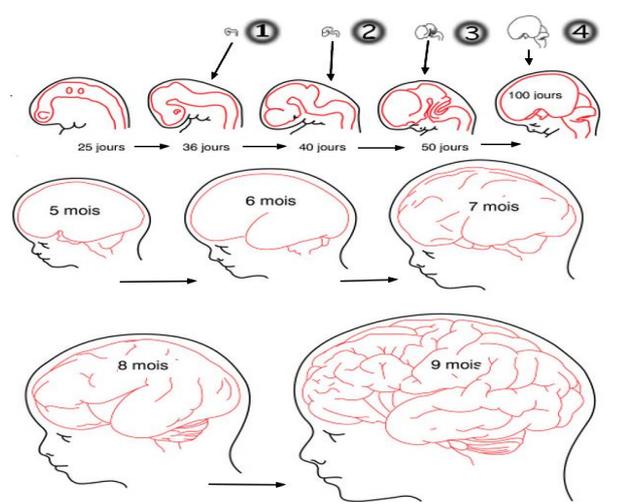
شكل رقم (01) : تغير شكل الصفحة العصبية وتشكل الأنبوب العصبي

في هذه المرحلة من نمو الجنين التغذية الكافية ضرورية منذ البداية، حيث يتأثر تكوين الصفحة العصبية والأنبوب العصبي ببعض العناصر الغذائية مثل: حمض الفوليك والنحاس وفيتامين A. بعد 50 يوما من الحمل يبدأ الانقسام الخلوي داخل الأنبوب العصبي، مما يؤدي إلى تكوين الخلايا العصبية والخلايا الدبقية (الخلايا الداعمة للخلايا العصبية).

بعد تكوين مجموعة من الخلايا العصبية، تهاجر إلى مكانها المحدد في الدماغ، حيث تنمو لها بعد ذلك محاور عصبية وتغصنات بارزة من جسم الخلية مما يسمح لها بتكوين اتصالات مع خلايا أخرى تسمى المشابك العصبية (synapses). تكون أسرع فترة نمو الدماغ في عمر 23-24 أسبوعًا من الحمل، وتستمر على العموم بوتيرة ثابتة خلال الأشهر الثلاثة الأخيرة من الحمل والسنة الأولى من عمر ما بعد الولادة. خلال فترات نهاية الفترة الجنينية والتحضير للولادة، تنمو مناطق دماغية معينة مثل الحصين (hippocampus) والقشرة السمعية والبصرية بصورة سريعة والذي يسمح لها بأداء وظيفتها.

### 3-2 فترة الرضاعة:

خلال فترة الرضاعة تشكل مجموعات من الخلايا العصبية مسارات يتم صقلها من خلال الإزالة المبرمجة للخلايا والوصلات. يتم القضاء على ما يقرب من نصف الخلايا التي يتم إنتاجها في الدماغ في مرحلة الطفولة والمراهقة. كما يتم إنتاج نقاط الاشتباك العصبي بشكل كبير في المراحل الأولى لنمو الدماغ ثم يتم التخلص منها بشكل انتقائي. يعتمد إزالة بعض للمسارات العصبية (أو المشابك العصبية) على تجربة الطفل، أو بعبارة أخرى، المدخلات من البيئة التي يعيشها الطفل، حيث يتم الاحتفاظ بالخلايا والوصلات التي تم تنشيطها وتقويتها بينما يتم التخلص من تلك التي لم يتم استخدامها، من مبدأ "الاستعمال أو الموت" « servir ou mourir » يُعتقد أن هذه هي إحدى الآليات الأساسية للمرونة العصبية للدماغ، مما يسمح للدماغ بتنظيم بنيته والتكيف مع البيئة التي يعيش فيها وحتى التعافي من بعض الاضطرابات العصبية خاصة في مرحلة الطفولة. (M S. Goyal et al, 2015, p14107) (شكل رقم 2)



شكل رقم 02: نمو دماغ خلال المرحلة الجنينية

بحلول عمر السنتين (أي في نهاية الألف يوم الأولى)، يكون دماغ الطفل قد وصل إلى حوالي 75٪ من حجم الشخص البالغ. ومع ذلك فإن النمو الهائل للمشابك لم يحدث بعد، حيث سيبلغ انتشار المشابك ذروته بعد بضعة سنوات. يتبع التقليم التشابكي حتى يتم تحقيق كثافة متشابكة مستقرة في العقد الثالث من العمر. في سن الرابعة يصل وزن دماغ الطفل إلى حوالي 1200 غ، أي أقل بحوالي 200 غ من دماغ الراشد. (M S. Goyal et al, 2015, p14106)

#### 4- أهمية نمو السليم للدماغ في الفترة الجنينية وتأثير الغذاء على مستقبل نمو الدماغ:

تلعب التغذية دورًا مهمًا في دعم تطور بنية ووظيفة الدماغ البشري من الفترة الجنينية إلى مرحلتها الطفولة والمراهقة. خلال مرحلة النمو السريع من الشهر السابع من الحمل إلى عامين بعد الولادة، يتأثر الدماغ بشكل خاص من التغذية غير الكافية. يستمر الدماغ في النمو على مدى السنوات الخمس عشرة القادمة، لكنه ليس موحدًا في جميع أنحاء الدماغ. على سبيل المثال، يتغير سمك مناطق مختلفة من القشرة الدماغية بين 5 سنوات و 18 سنة بمعدلات مختلفة، فالدماغ ليس عضوًا متجانسًا تنمو أجزائه في نفس الوقت. حيث أنه يتكون من تراكيب مختلفة منها: الحُصين، واللوزة ومنطقة الانفعالات، ولكل منها مسارات فريدة في النمو تبدأ في فترات مختلفة من التطور وتستمر لفترات مختلفة. وللأحداث المبكرة في حياة الطفل تأثيرات عميقة وفورية على التطور البيولوجي والوظيفي لدماغه، ومن المرجح أن تؤثر بعض العناصر الغذائية على نمو الدماغ أكثر من غيرها. (S E. Cusick et al, 2021, p2)

أثبتت عدة دراسات أنه خلال فترة النمو السريع للدماغ يكون الدماغ عرضة للتلف في حالة عدم وجود العناصر الغذائية الأساسية، ولكنه يحتفظ بدرجة معينة من الليونة العصبية والقدرة على التغيير، ومع ذلك، هناك إجماع متزايد على أن الضعف يتفوق على المرونة - أي أنه من الأفضل إبقاء نمو الدماغ على مساره المحدد بدلاً من تركه يسقط في ذلك المسار والاعتماد على اللحاق بالركب من منطلق المرونة العصبية للدماغ. (et al, 2013, p1826 Tania Anjos)

"سوء التغذية المبكر له تأثير على انتشار الخلايا، وبالتالي يؤثر على عدد الخلايا. على سبيل المثال ، يمكن أن يؤثر سوء التغذية عند الأطفال حديثي الولادة على حجم وعرض القشرة الدماغية. كما يمكن أن يؤدي نقص التغذية في مرحلة حرجة من التطور إلى تغييرات دائمة في بنية الدماغ ، وبالتالي في الأداء الإدراكي. هذا يعني أن كلاً من النظام الغذائي للأم أثناء الحمل والنظام الغذائي للرضيع أثناء فترة ما بعد الولادة يمكن أن يكون لهما عواقب طويلة المدى". ( et al, 2013, p1828 Tania Anjos )

وهناك شكلين أساسيين من تأثير نوعية الغذاء على الدماغ هما: التأثير القاعدي أو الهندسي و تغيير جينات الليونة التشابكية.

### 1- التأثير القاعدي أو الهندسي: Architectural effect

الأول هو التأثير الشكلي في البنى الدماغية النامية في وقت مبكر، فمثلا الباحات الحسية الأولية والحصين ، تمثل دعامة أو قاعدة أساسية لتطور المناطق الدماغية الأخرى مستقبلا. إذا كانت هذه الدعامة ضعيفة فإن ما يُبنى عليها سيكون ضعيفاً أيضاً، بمعنى يكون للعجز المبكر في نمو دماغ الطفل عواقب دائمة مستقبلا حتى في مواجهة تصحيح هذا العجز مستقبلا بمبدأ الليونة العصبية للدماغ. ( S E. Cusick et al, 2021, p5

على سبيل المثال، يبدأ نمو الحصين hippocampe في الشهر السابع من الحمل ويستمر بوتيرة ثابتة طوال العامين الأولين من العمر وهو يعتبر المنطقة الأساسية للانتباه والذاكرة العاملة. إن النمو السليم لهذه المنطقة من الدماغ -أي الحصين- مهم جدا من أجل النمو الأمثل مستقبلا لبنى أخرى مثل الفص الجبهي، والذي يكمن دوره في التخطيط والانفعالات والوظائف التنفيذية، والتي تتطور لاحقاً في فترة الرضاعة والطفولة المبكرة. ( S E. Cusick et al, 2021, p6 )

### 2- تغيير جينات الليونة التشابكية: Through alteration of synaptic plasticity genes

الآلية الثانية للعجز طويل الأمد بسبب نقص التغذية في وقت مبكر من حياة الطفل هي تغيير جينات الليونة التشابكية عن طريق التعديل اللاجيني للكروماتين Chromatin والكروماتين هو مزيج من الحمض النووي والبروتينات التي تشكل محتويات نواة خلية. (نفس المرجع السابق، ص8)

### 5- تأثير العناصر الغذائية الأساسية على نمو دماغ الطفل:

تشير كثير من الأبحاث أن نقص العناصر الغذائية الأساسية مصدر قلق بالغ للأمهات والأطفال في معظم دول العالم، حيث تشير التقديرات إلى أن "25٪ من سكان العالم يعانون من مرض فقر الدم الناجم عن نقص الحديد IDA، و 33 ٪ لا يتناولون كميات كافية من الزنك و 30٪ يعانون من نقص في تناول اليود. (Elizabeth L Prado & Kathryn G Dewey,2014, p278)

تشارك كل من هذه العناصر الغذائية الأساسية في نمو الدماغ ومن المرجح أن يؤدي هذا النقص إلى إضعاف القدرات المعرفية والاجتماعية والعاطفية.

**1-5 الحديد:**

وتشير الإحصائيات أن نقص الحديد هو أكثر أنواع نقص التغذية شيوعًا في جميع أنحاء العالم وأحد الأسباب الأربعة الأولى لمشكلات النمو لدى الأطفال الذين يعيشون في البلدان الفقيرة.

ويعد الحديد مكونًا هيكليًا أساسيًا لجزء الهيموجلوبين، والذي ينقل الأكسجين إلى جميع أعضاء الجسم، بما في ذلك الدماغ. والإصابة بمرض فقر الدم (IDA Iron Deficiency Anemia) أي فقر الدم بسبب نقص الحديد، هو عامل خطر على النمو يسبب الضعف الإدراكي قصير الأجل وطويل الأجل. ويرتبط IDA أثناء الطفولة بضعف النمو العقلي والحركي مما يؤثر على المستوى المعرفي والأكاديمي مستقبلاً. (Elizabeth L Prado & Kathryn G Dewey, 2014, p278)

**تأثير نقص الحديد على نمو الجهاز العصبي:**

أما بالنسبة لتأثير نقص الحديد على نمو الجهاز العصبي، فالأطفال الذين يفتقر غذائهم إلى عنصر الحديد يؤدي إلى نقص مادة المايلين في العصبونات والذي يظهر من خلال سرعة المعالجة البطيئة وضعف النمو الحركي. (S E. Cusick et al, 2021, p11) والفترات الحرجة لنقص الحديد هي الفترة الجنينية (خاصة الأشهر الثلاثة الأخيرة من الحمل) والأشهر الأولى بعد الميلاد وفترة الرضاعة. ويحدث نقل الحديد من الأم إلى الجنين بشكل رئيسي خلال الأشهر الثلاثة الأخيرة من الحمل. من جهة أخرى فإن نقص الحديد في الفترات الحرجة تأثير ضار على نمو الدماغ، فقد يؤدي مستويات الحديد المنخفضة جدًا قبل الولادة إلى حدوث تغييرات في تكوين النخاع الشوكي واستقلاب الدوبامين، والتي قد تستمر في حالة نقص الحديد عند الأطفال حديثي الولادة. (et al, Tania Anjos, 2013, p1828)

كما يتسبب نقص الحديد بتغير مستويات الناقلات العصبية Neurotransmetteurs نفسها، وكذلك مستقبلاتها وآليات إعادة امتصاصها، مما يؤثر بشكل كبير على كل وظائف الدماغ: المعرفية والانفعالية والحركية

لهذا تنصح منظمة الصحة العالمية OMS بتناول الأم الحامل مكملات الحديد من 30 إلى 60 ملغ يوميًا نظرًا لفائدتها المثبتة في تصحيح فقر الدم لدى الأمهات وزيادة الوزن عند الولادة. وقد أوصى الباحثون بضرورة التدخل المبكر لدعم نمو الدماغ المعتمد على الحديد لأن النتائج السلوكية العصبية لنقص الحديد في وقت مبكر من الحياة خلال الفترة الحرجة قد لا يتم تصحيحها في المستقبل بشكل كامل بمكمل غذائي غني بالحديد.

**2-5 الزنك:**

يوجد الزنك في كل مكان في الجسم حيث يحفز أكثر من 300 من الإنزيمات المعدنية وينظم آلاف الجينات (King et al. 2015). على هذا النحو، يلعب الزنك دورًا أساسيًا في تطوير الجهاز العصبي المركزي، حيث يحفز العديد من الإنزيمات في عملية التمثيل الغذائي للخلايا العصبية ويلعب دورًا رئيسيًا في تخليق الحمض النووي كما يلعب الزنك أيضًا دورًا في تقليص الخلايا العصبية والذي هو العملية التي يتم فيها القضاء على الخلايا العصبية غير المستخدمة والوصلات العصبية لزيادة الكفاءة في عمليات النقل العصبي.

كما أن عنصر الزنك ضروري لتكوين الخلايا العصبية وهجرتها وتكوين المشابك العصبية، ونقصه يمكن أن يؤثر على النقل العصبي والسلوك. كما أن الزنك مهم أيضًا لأنه يلعب دورًا مركزيًا في نمو الخلايا. حيث يكون له مهام بنيوية ووظيفية وهو ضروري قبل الولادة وبعدها للنمو المعرفي الطبيعي. ( et al,2013, p1829 Tania Anjos )

يمكن العثور على مستويات عالية من الزنك في مناطق معينة من الدماغ، حيث يوجد بتركيز عالي في الحُصين والمخيخ وقشرة الفص الجبهي وفي الخلايا العصبية للجهاز اللمبي.

### 3-5 اليود:

تعتبر الوقاية من نقص اليود وخاصة للأمهات الحوامل، وسيلة مهمة لتعزيز النمو الصحي للمخ لدى الأطفال. فاليود ضروري لنمو الدماغ بسبب دوره في هرمونات الغدة الدرقية. تم إثبات تأثير النقص الحاد في اليود على النمو الجسمي حيث يؤدي إلى ظهور القزم أو قصور الغدة الدرقية الخلقي، والذي يتميز بتأخر شديد في النمو وتأخر أو عجز في النطق أو السمع. ( Skeaff SA, 2011, ) (p269)

و تشير الدراسات القائمة على الملاحظة إلى أن مكملات اليود في وقت مبكر من الحمل تؤدي إلى فوائد نمو عصبي أكبر. وتشير بعض الأبحاث أن المرحلة الجنينية فترة حساسة فيما يتعلق بآثار نقص اليود على النمو العصبي، حيث تتطور القماءة خلال هذه الفترة. فمثلا أشارت دراسة أنه في منطقة تعاني من نقص اليود في الصين، كان أداء الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 4 و 7 سنوات والذين أعطيت أمهاتهم اليود أثناء الحمل أفضل في الاختبار النفسي الحركي مقارنةً بأولئك الذين تم تناولهم في سن الثانية. (Elizabeth L Prado et Kathryn G Dewey,2014, p279)

### 4-5 الكولين: Choline

كان الدور الرئيسي للكولين في النمو العصبي واضحًا في النماذج قبل السريرية لعقود من الزمن، لكن أهميته في النمو العصبي البشري لم تظهر إلا مؤخرًا. فقد أظهرت الكثير من التجارب المعشاة عن آثار إيجابية لمكملات الكولين الأمومية على سرعة معالجة الرضع والذاكرة ، مع استمرار ملاحظة الفوائد فيما بعد في مرحلة الطفولة. ( S E. Cusick et al, 2021, p17 )

ففي دراسة أجرت على بعض الأطفال حيث كانت تقدم يوميا مكملات غذائية التي تحتوي على 500 ملغ من الكولين للأطفال من سن 2 إلى 5 سنوات فعالة في تحسّن نتائج مهام ذاكرة الحُصين لدى الأطفال من 2 إلى 3 سنوات.

كما كشفت متابعة هؤلاء الأطفال بعد 4 سنوات عن فوائد أكثر، حيث تحصلوا على نتائج أفضل في الذاكرة العاملة ودرجة الذكاء غير اللفظي والذاكرة اللفظية وكما كانت أعراض اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه أقل من الأطفال الذين تلقوا العلاج الوهمي placebo لمدة 4 سنوات. (Wozniak et al, 2013)

الكولين ضروري لتكوين جميع الأغشية، بما في ذلك الدهون الفوسفورية للمادة الرمادية والبيضاء، مع زيادة الطلب أثناء النمو. كما أظهر الباحثون أن تطور الجهاز العصبي المركزي حساس بشكل خاص لتوافر مادة الكولين.

## 5-5 البروتينات:

أظهرت العديد من الدراسات أن النمو في فترة قبل الولادة وفي العامين الأولين من عمر الطفل له علاقة قوية بالبروتين وتراكمه ونمو الأعضاء، بما في ذلك الدماغ - وهي مرتبطة بالنمو المعرفي والأداء الأكاديمي للطفل مستقبلاً. ( S. E. Cusick et al, 2021, p7 )

اعتماداً على نتائج الدراسات السريرية، تعتبر الأحماض الأمينية ومصدرها البروتينات الغذائية ضرورية لنمو الدماغ لأنها العناصر المكونة للبروتينات البنيوية والوظيفية. فالناقلات العصبية والبروتينات المستعادة ومستقبلات الناقلات العصبية هي بروتينات تعطي للدماغ خاصية المرنة المشبكية *Plasticité synaptique* ، بمعنى أن النشاط على مستوى المشابك العصبية مرتبطاً أساساً بالبروتينات فنقصها يؤدي إلى اضطراب عمل المشابك العصبية ومن ثم اضطرابات في النشاط الدماغي وفي وظائفه المعرفية. ( S. E. Cusick et al, 2021, p7 )

من جهة أخرى فعلى الرغم من أن مادة المايلين تتكون من الأحماض الدهنية، إلا أنه يوضع على حاملات توجد بها بروتينات مثل بروتين المايلين الأساسي، مما يجعل سرعة معالجة السيالة العصبية أكثر كفاءة. فنظام غذائي منخفض من عنصر البروتين يسبب نقص مادة المايلين في المحاور العصبية *hypomyélinisation* مما يؤدي إلى ضعف سرعة السيالات العصبية في القشرة المخية ومنه ضعف في الأداء المعرفي والأكاديمي للطفل. وقد ذكر Tania Anjos أنه يمكن أن يتسبب الحرمان من البروتين في تأثيرات ضارة مباشرة على الدماغ، مثل انخفاض وزن الدماغ، وضعف تكوين الحصين، ضعف أنظمة الناقل العصبي، وتغيرات في فسفرة البروتين. ( et al, 2013, p1829 Tania Anjos )

## 5-6 الأحماض الدهنية غير المشبعة ذات السلسلة الطويلة : LC-PUFA

يحتاج جسم الإنسان إلى جميع أنواع الدهون سواء المشبعة أو غير المشبعة، فهي تنتج الأحماض الدهنية المشبعة لكنه لا يستطيع إنتاج الأحماض الدهنية غير المشبعة ذاتياً. فجسم الإنسان يستطيع تحويل فائض السعرات الحرارية إلى دهون مشبعة ويخزنها على هيئة شحوم. لذا يجب أن يراعى في النظام الغذائي تناول كميات من الزيوت النباتية والتي في مجملها دهون غير مشبعة.

تلعب الأحماض الدهنية طويلة السلسلة، مثل أحماض أوميغا 3 الدهنية، حمض أوميغا 6 دوراً مهماً في بنية ووظيفة الدماغ وضرورة لنقل السيالات العصبية وتطور الحصين، وتكوين النخاع.

في دراسة لبريش وآخرون أظهرت أن الأطفال حديثو الولادة الذين تلقوا تركيبة مدعمة بالأحماض الدهنية غير المشبعة ذات السلسلة الطويلة LCPUFA مع DHA بنسبة 0.64% من إجمالي الأحماض الدهنية خلال السنة الأولى من العمر تميزوا بتوصيلات أكبر بين مناطق الفص الجبهي والفص الجداري في 9 سنوات مقارنة بالأطفال الذين لم يتلقوا LCPUFA أو نسبة مئوية أعلى أو أقل من DHA. ( S. E. Cusick et al, 2021, p9 )

## 6- دور الرضاعة الطبيعية في نمو الدماغ:

تؤدي الرضاعة الطبيعية دوراً كبيراً في النمو البنوي والوظيفي لأدمغة الأطفال مما يؤدي إلى تحسين الجانب المعرفي من خلال المكونات العديدة للحليب الطبيعي وكذا تجربة الرضاعة الطبيعية. فلقد أثبتت دراسات المكونات الهائلة لحليب الأم وخاصة اللبأ (حليب الأيام الأولى للميلاد) والتي تعتبر عناصر مهمة في نمو الدماغ مثل الأحماض الدهنية، البروتينات، الكولين، الفيتامينات، المعادن. كما يحتوي حليب الأم في الأيام الأولى من الميلاد على المضادات الحيوية النوعية ومن مقويات جهاز المناعة. (جدول رقم 01)

إن حليب الأم مناسب في تركيبه الكيميائي وكمياته لاحتياجات الطفل طوال فترة الرضاعة، فهو يتغير ويتطور حسب عمر الطفل، فاحتياجات الطفل للعناصر الغذائية في عمر شهر ليست كاحتياجاته عندما يبلغ سنة من عمره. من جهة أخرى فإن الفعل الجسدي للرضاعة الطبيعية تساهم في تمتين العلاقة الإيجابية بين الأم ورضيعها وتعزز التفاعل بينهما. وهذه العلاقة لها أدوار كبيرة في النمو العصبي والدماغي والمعرفي للطفل حيث تثير الاستجابات الهرمونية لدى الأمهات أثناء كل جلسة رضاعة.

بالنسبة لـ 1 لتر	اللبأ (بعد 05 أيام من الميلاد)	حليب الأم (بعد 15 يوم من الميلاد)
الطاقة (kcal)	58	71
الماء %	76.1	87.1
الدهون (g)	2.9	4.5
البروتينات (g)	2.9	1.06
سكر الحليب - لكتوز (g)	5.7	7.1
الكالسيوم (g)	0.48	0.38
البوتاسيوم (g)	0.7	0.5
الصوديوم (g)	0.50	0.17
الزنك (mg)	5.59	1.18
الفسفور (mg)	1.6	1.4
الحديد (mg)	1	0.5
الفيتامينات A (mg)	1.61	0.61

جدول رقم (01): مكونات حليب الأم [/https://www.futura-sciences.com](https://www.futura-sciences.com)

تدخل محتويات لبن الأم من الدهون والبروتينات في تكوين خلايا المخ والجهاز العصبي للطفل مباشرة دون الحاجة إلى عمليات التمثيل الغذائي المعقدة عكس الحليب الاصطناعي. وهو ما يفسر نتائج الجيدة في الاختبارات المعرفية للرضع الذين يرضعون من الثدي أمهاتهم مقارنة بالرضع الذين يرضعون حليباً اصطناعياً. (Scholtz et al.2013) فلقد أظهرت دراسة استعمال فيها تقنية التصوير بالرنين المغناطيسي أن سمك القشرة الدماغية للأطفال الرضع مرتبطة بمدّة الرضاعة الطبيعية. (et al, 2013, Tania Anjos) (p1830)

وذكر بعض الباحثين أن السمنة لها علاقة بتطور خلايا الدماغ عند الأطفال خاصة في أول عامين حيث "لابد للطفل الرضيع في هذه المرحلة أن يعتمد اعتمادا كليا على الرضاعة الطبيعية التي تحقق له التوازن الغذائي المطلوب دون تعرضه للسمنة فضلا عن ذلك فإن لبن الأم يحتوي على أنواع معينة من البروتينات والأحماض الأمينية وأنواع من الدهون غير المشبعة التي لها دور كبير في نمو وتطور خلايا من المخ". (مُجد كمال السيد يوسف، 2006، ص 84)

#### 7- دور عوامل مساعدة على نمو الدماغ وتفاعلها مع التغذية:

على الرغم من أهمية العناصر الغذائية لنمو الدماغ، إلا إن تأثيرها الفعلي يعتمد على عدة عوامل أهمها:  
- خبرة الطفل وتفاعله مع البيئة-توقيت الحرمان من العناصر الغذائية الأساسية-درجة نقص العناصر الغذائية-إمكانية الشفاء.

#### 1) خبرة الطفل وتفاعله مع البيئة:

قد تؤثر التغذية بشكل إيجابي على النمو فقط بين الأطفال الذين يتلقون قدرًا معينًا من الإثارة من البيئة، فإذا لم يتلق الأطفال أي تحفيز ولم تكن بيئتهم تحوي مثيرات كافية، فإن التغذية وحدها غير كافية لتحسين نمو الدماغ وتنمية الوظائف الدماغية.

#### 2) توقيت الحرمان من العناصر الغذائية الأساسية :

مدة وتوقيت عدم تناول العناصر الغذائية الأساسية لها تأثير كبير على نمو الدماغ وهذا لأن أجزاء الدماغ لا تنمو في وقت واحد وبالسرعة نفسها.

#### 3) درجة نقص العناصر الغذائية:

تشير كثير من الدراسات أن الخطر على نمو الدماغ يكون عندما يكون نقص المغذيات شديداً إلى معتدل ولكن يمكن تجنب هذا الخطر عندما يكون النقص خفيفاً إلى متوسط، مع أن هناك بعض الآليات البيولوجية التي يمكن أن تحمي أدمغة الأجنة من نقص المغذيات إلى درجة معينة. فمثلا آلية إعادة توزيع النواتج القلبية من الدم للجنين بحيث ينخفض تدفق الدم إلى الأنسجة الطرفية ويزداد تدفق الدم إلى الدماغ.

#### 4) إمكانية الشفاء:

عندما يتضرر جزء معين من الدماغ خلال الحياة المبكرة، يحدث التعافي من خلال ثلاث مسارات رئيسية:  
أولاً: تحدث إعادة تنظيم الدوائر العصبية السليمة المتبقية في الدماغ بما في ذلك توليد مشابك عصبية جديدة.  
ثانياً: استحداث دوائر عصبية جديدة بعد الإصابة.  
ثالثاً: إنشاء خلايا عصبية ودبقية لتحل محل الخلايا العصبية والدبقية المصابة.

في حالة تغيرات الدماغ الناتجة عن نقص عناصر غذائية، يكون التعافي مقبولاً إذا توفرت هذه العناصر الغذائية بشكل كافي خلال الوقت الذي لا تزال فيه عملية نمو الجزء المصاب تحدث كما قد تساهم التفاعلات البيئية الاجتماعية والتعليمية المعززة أيضاً التعافي من الإصابة.

والخلاصة أن التأثير طويل المدى لنقص التغذية على نمو الدماغ يعتمد على توقيت ودرجة نقص العناصر الغذائية، بالإضافة إلى جودة بيئة الطفل. ويمكن التعافي من الإصابة إذا وجدت المغذيات بشكل كافي خلال الفترة الزمنية التي تكون عملية النمو العصبي المتأثرة مستمرة.

#### الخاتمة:

التكلفة الحقيقية لنقص التغذية خلال الفترات الحرجة لنمو دماغ الطفل تعود آثارها على الفرد والمجتمع صحيا وتعليميا واجتماعيا واقتصاديا. فنقص العناصر الغذائية الأساسية خلال الفترة الجنينية والأشهر الأولى بعد الولادة يزيد من خطر الإصابة بالاضطرابات نفسية كثيرة كاضطراب الوظائف العقلية والفصام والاكتئاب والقلق، مما يزيد من المشاكل الصحية والتكاليف الاقتصادية والتعليمية على المجتمع.

لذلك يمكن أن يتسبب نقص التغذية خلال مرحلتَي الجنينية والطفولة في حدوث خلل تشريحي أو وظيفي على المدى القريب والبعيد، مما يبرز الحاجة الملحة إلى برامج وقائية خلال الفترات الحساسة لنمو الدماغ.

ومشكلات التغذية الحالية (مثل نقص التغذية و السمنة والسكري) لها تأثير كبير على الصحة العامة تتطلب عمل مشترك بين الهيئات الصحية والاقتصادية والبحثية من أجل حل هذه المشكلات والحد من آثارها السلبية. فوضع سياسات اقتصادية واجتماعية من أجل حماية الطفولة ووقايتها من جميع الاضطرابات النفسية والجسدية يجب أي يكون من أولويات الهيئات والمؤسسات الرسمية والخاصة.

### الإحالات والمراجع:

- إيريك جنسن (2014)، التعلم استنادا إلى الدماغ-النموذج الجديد للتدريس، ترجمة/هشام سلامة، حمدي عبد العزيز، ط1، دار الفكر العربي. ص107  
 حجاج محمد الأمين (2017)، التعلم المستند للدماغ وعلاج صعوبات تعلم الرياضيات، مجلة فكر ومجتمع، الجزائر، ديسمبر 2016.  
 ماريال م. هاردمن (2013): ربط أبحاث الدماغ بالتدريس الفعال، ترجمة/ صباح عبد الله عبد العظيم، ط1، دار النشر للجامعات. ص98  
 محمد كمال السيد يوسف (2006)، مزايا وفوائد الرضاعة الطبيعية، مجلة أسبوت للدراسات البيئية. العدد 30. جمهورية مصر. ص84  
 مرسلينا شعبان حسن (2018). الصحة العاطفية ومعوقات التكيف في الحياة المعاصرة، ط1، الأردن: دار الرضوان للنشر والتوزيع. ص42

Allan Schore (2009). **The experience-dependent maturation of a regulatory system in the orbital prefrontal cortex and the origin of developmental psychopathology**, Cambridge University Press, Vol 8 N°1.

Elizabeth L Prado et Kathryn G Dewey (2014), **Nutrition and brain development in early life**, Nutrition Reviews® Vol. 72(4). P278-289

Jeffrey R. Wozniaka Anita, J. Fuglestad Judith, K.Eckerlea Maria, G. Kroupina Neely, C. Millera Christopher, J.Garçonsa Anne, M.Brearleya Birgit, A. Finka Heather, L. Hoeckerb Steven, H. Zeiselc Michael, K. Georgieffa (2013), **Choline supplementation in children with fetal alcohol spectrum disorders has high feasibility & tolerability**, Nutrition Research, Vol33, N° 11.

John Pinel (2007), **Biopsychologie**, 6é édition, Pearson éducation.

Manu S. Goyal, Siddarth Venkateshb, Jeffrey Milbrandt, Jeffrey I. Gordonb, & Marcus E. Raichlea (2015), **Feeding the brain and nurturing the mind: Linking nutrition and the gut microbiota to brain development**, PNAS, vol. 112, N° 46. P14106-14107

Nicole L. Cheveux..Jamie L. Hanson, Barbara L. Wolfe & Seth D. Pollak. (2015). **Association of Child Poverty, Brain Development, and Academic Achievement**, JAMA Pediatrics, vol 169, N° 9.

Sarah E. Cusick, Amanda Barks & Michael K. Georgieff (2021), **Nutrition and Brain Development**, Springer Nature. P2-17

Sheila A. Skeaff (2011), **Iodine Deficiency in Pregnancy: The Effect on Neurodevelopment in the Child**, Nutrients, 3(2):265–273. <https://doi.org/10.3390/nu3020265>

Tania Anjos , Signe Altma, Pauline Emmett et al (2013), **Nutrition and neurodevelopment in children: focus on NUTRIMENTHE project**, European Journal of Nutrition, vol 52. P1826-1832

<https://www.futura-sciences.com> à 22:30