

التقنية العلاجية المعاصرة لتحسين معالجة المعلومة لدى الفرد وبعض

تطبيقاتها السريرية: BioNeurofeedback

*The Contemporary Therapeutic Technique for Improving
Information Processing in Individuals and Some of Its Clinical
Applications: BioNeurofeedback*

جامعة وهران 2 – (الجزائر)

أرطوفونيا
(علوم عصبية ومعرفية)

* BENARAB Assia أسيا بن أعراب

benarabassia@yahoo.com

تاريخ النشر: 2024/12/31

تاريخ القبول: 2024/12/26

تاريخ الإرسال: 2024/11/27

ملخص:

تعد التغذية الراجعة البيو-عصبية (BioNeurofeedback) نوعا من أنواع العلاج التكميلي والبديل. الغير جراحي، ولا دوائي يُدرب الأفراد على التنظيم والتحكم الذاتي في وظائف الدماغ بصفة واعية بهدف تحقيق المعالجة الأمثل للمعلومات من خلال قياس موجات الدماغ، وتوفير تغذية مرتدة باستخدام المحاكاة الحاسوبية. من خلال هذا المقال نحاول استعرض ماهية هذه التقنية الرائدة في ميادين عديدة للصحة العامة والنفسية والعقلية، وماهية الموجات الدماغية، والوقوف على خصائصها، وموقعها على القشرة الدماغية. وصولا إلى كيفية استغلالها في التطبيقات السريرية لعلاج بعض الإضطرابات النمائية العصبية، والنفسية، والعقلية خدمة لذوي الإحتياجات الخاصة.

الكلمات المفتاحية: التقنية العلاجية؛ التغذية الراجعة البيو-عصبية؛ اختلالات الدماغ؛ معالجة المعلومة؛ الموجات الدماغية.

Abstract:

Bio-Neurofeedback is a type of complementary and alternative therapy that is non-invasive and non-pharmaceutical. It trains individuals to consciously regulate and control brain functions with the aim of optimizing information processing by measuring brain waves and providing feedback using computer simulations. In this article, we attempt to explore what this pioneering technique is, its applications in various fields of public, psychological, and mental health, the nature of brain waves, their characteristics, and their location on the cerebral cortex. We will also discuss how it can be utilized in clinical applications to treat certain

neurodevelopmental, psychological, and mental disorders, particularly for individuals with special needs.

Keywords: Therapeutic technique; Bio-Neurofeedback; Brain disorders; Information processing; Brain waves.

1. مقدمة:

لسنوات طويلة، كان يُنظر إلى الدماغ على أنه حاسوب بيولوجي يعالج المعلومات عبر الدوائر التقليدية حيث تمر البيانات مباشرة من خلية إلى أخرى عبر المشابك العصبية. إلا أن التطور الكبير الذي حدث في العقدين الأخيرين من القرن العشرين في مجال علم الكمبيوتر، ووسائل تصوير الدماغ والتعرف على وظائفه وفر العديد من التقنيات، التي أثرت معلومات الباحثين والعلماء، وأتاحت فرصاً أكثر لدراسة الدماغ، حيث تبين أن هناك طريقة ثانية مختلفة عن سابقتها. يقوم الدماغ من خلالها بتحليل المعلومات: من خلال تفاعلات موجات النشاط العصبي (النشاط الكهربائي للدماغ)، ساعدت نتائجها الباحثين على فهم أفضل لكيفية معالجة الدماغ للمعلومات. تعتبر التغذية الراجعة البيو-عصبية تقنية علاجية رائدة تقوم على أساس قياس نسب هذه الموجات الدماغية عبر تسجيل التخطيط الكهربائي للدماغ (EEG) أثناء التدريب، وباستخدام حلقة تغذية راجعة بالاعتماد على برمجيات حاسوبية، يمكن للفرد أن يصير على دراية بالتغيرات التي تحدث أثناء التدريب مما يمكنه من تقييم تقدمه من أجل تحقيق الأداء الأمثل.

2. مفاهيمها:

التغذية الراجعة البيو-عصبية هي تقنية تُستخدم لتعلم الفرد التنظيم والتحكم الذاتي في وظائف الدماغ. استُخدمت هذه الطريقة في العديد من أنحاء العالم لأكثر من 50 عامًا وقد أظهرت العديد من الدراسات أنها فعالة للغاية في الممارسة التطبيقية والسريرية مع الأطفال والمراهقين والبالغين (Chapin & al., 2014). لا تعتبر التغذية الراجعة البيو-عصبية علاجاً دوائياً، بل هو عملية تعلّم يتم تحقيقها من خلال التدريب المستمر مما يمكن الأفراد من فهم أجسامهم وعقولهم وفهم ردود أفعالهم في المواقف المختلفة وتعلم التحكم بها (Chapin & al., 2014). وعن طريق تسجيل التخطيط الكهربائي للدماغ الكمي (EEGq)، يتم الحصول على معلومات حول نطاق ترددات محددة لموجات الدماغ. حيث ترتبط كل حالة عقلية بأنماط موجات دماغية مميزة. واستناداً إلى قياسات سعة الإيقاعات

باستخدام نظام برمجيات متخصص، يتم إنشاء بروتوكول تغيير وتخطيط نطاق التأثيرات التي يتم تحديدها وفقاً للاحتياجات الفردية لشخص معين. ومن خلال أنواع منتظمة ومحددة من تمارين التغذية الراجعة البيو-عصبية يتم تغيير نطاق الموجات التي يتم إنتاجها في الدماغ. الهدف من هذا النوع من التدريب هو استبدال الأنماط الثابتة لوظائف الدماغ بأنماط جديدة مرغوبة (Collura, 2014; Kopańska, 2022). هي طريقة غير جراحية تسمح بمراقبة نشاط الدماغ وحالات الوعي في الوقت الفعلي. يتم الكشف عن النشاط القشري من خلال التنشيط المتزامن لعدد كبير من الخلايا العصبية الهرمية، التي تنقل النبضات الكهربائية من هياكل الدماغ العميقة عبر المسار القشري المهادي إلى القشرة (Collura, 2014).

3. الموجات الدماغية:

يتم تسجيل النشاط الكهربائي للدماغ (EEG) بواسطة وضع أقطاب ناقلة على فروة الرأس، ويتم توليد تخطيط كهربائية الدماغ من خلال نوع معين من النشاط المتزامن للخلايا العصبية التي تُعرف باسم الخلايا العصبية الهرمية. ينعكس هذا الناتج الكهربائي في المناطق حيث توجد الأقطاب. حينها يمكن التعرف على الأنماط المختلفة للنشاط الكهربائي، والمعروفة باسم موجات الدماغ، من خلال ساعاتها وتردداتها المشيرة إلى مدى سرعة تذبذب الموجات التي تقاس بعدد الموجات في الثانية (هرتز (Hz)) بينما تمثل السعة قوة هذه الموجات التي تقاس بالميكروفولت (ميكروفولت (μV)). يتم تصنيف هذه الموجات وفقاً لتردداتها المختلفة إلى كل من: دلتا (أقل من 4 هرتز)، وبيتا (4-8 هرتز)، وألفا (8-13 هرتز)، وبيتا (13-30 هرتز)، وجاما (30-100 هرتز) حيث يمثل كل منها وظيفة فسيولوجية معينة كما هو مبين في (جدول 1) أسفله.

الجدول (1): الموجات الدماغية وخصائصها

الموجات الدماغية	نطاق التردد (Hz)	الخصائص الفيزيولوجية الوظيفية
دالتا (Delta)	4 - 1	النوم العميق، التجديد والإصلاح (تحفيز إفراز هرمون النمو، وهو أمر حيوي لتجديد الجسم وعملية الشفاء)، حل المشكلات المعقدة، حالات عدم الوعي، واللاوعي العميق
بيتا (Theta)	8 - 4	النوم (النعاس)، التأمل العميق، والإبداع، والاسترخاء، والحدس، استدعاء الذاكرة (خاصة الذكريات المؤلمة)

ألفا (Alpha)	13-8	الاسترخاء والانتباه غير المركز والأنشطة الإبداعية، الأداء الأمثل، وتقلل من القلق وتعزز الجهاز المناعي، وتعزز التفكير الإيجابي
--------------	------	---

(Filipova, & al, 2024, 8309)

الجدول (1): الموجات الدماغية وخصائصها (تابع)

الموجات الدماغية	نطاق التردد (Hz)	الخصائص الفيزيولوجية الوظيفية
		وتدمج العقل والجسم، وتعزز الحدس والاستبطان والتوازن العاطفي ومشاعر السعادة والوعي الداخلي، وتزيد من إفراز السيروتونين
الإيقاع الحسي الحركي (SMR)	15-13	انخفاض الانتباه إلى المدخلات الحسية الحركية وانخفاض الاستجابة الحركية (تثبيط الحركة). يكون الفرد مستيقظاً وجاهزاً للاستجابة، لكن العضلات لا تكون متوترة، وتزداد الإثارة قبل الفعل
بيتا (Beta)	20-15	بالأنشطة العقلية المعقدة، والتفكير المجرد، واليقظة، والتركيز، والاستقرار العاطفي، والقدرات الرياضية، وزيادة معدل الأيض
قاما (Gamma)	40 أو 100-32	بالذاكرة الجيدة ومعالجة المعلومات بسرعة عالية ومستويات عالية من معالجة المعلومات وتعلم المهام المعقدة

(Filipova, & al, 2024, 8309)

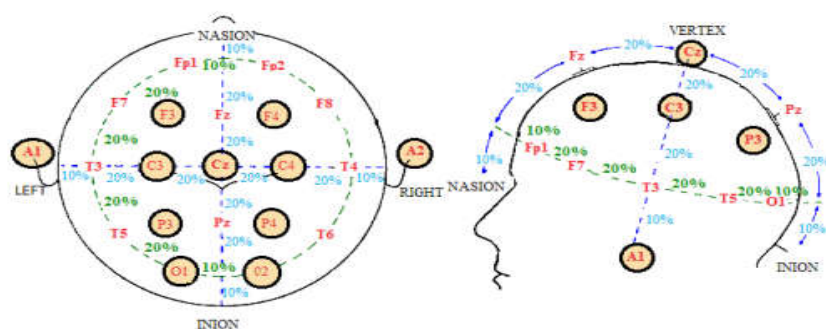
إضافة للنطاقات الأساسية لتردد الموجات الشائعة المذكورة في الجدول أعلاه. هناك مجموعات فرعية أخرى مشتقة منها، وذلك حسب ما تشير إليه الأدبيات، فعلى سبيل المثال يرتبط نطاق التردد (15-13 هرتز) بالإيقاع الحسي الحركي (SMR)، ويطلق عليه اسم بيتا المنخفض. كما أن لإيقاع ألفا مجموعتان فرعيتان هما: ألفا الدنيا في نطاق (10-8 هرتز) وألفا العليا في نطاق (12-10 هرتز).

4. موضع الأقطاب:

تمكّن الأقطاب الموضوعة على فروة الرأس من اكتشاف وتسجيل النشاط القشري لمناطق الدماغ الواقعة تحت الأقطاب الموافقة لها، وقد تم تطوير نظام "20-10" الدولي لوضع الأقطاب الكهربائية (Lasper, 1958) كوسيلة لتوحيد المواقع على فروة الرأس وبالتالي

التمكين من مقارنة البيانات. ووفقاً لهذا النظام توضع الأقطاب على مسافات تتراوح بين 10 و20% من بعضها البعض. حيث تشير الأحرف إلى الفص الدماغي الذي تقع عليه والأرقام المتعلقة بنصف الكرة المخية وموقع ذلك الجزء من نصف الكرة المخية فمن بين 21 قطباً، يتم استخدام 19 قطباً لتسجيل المناطق القشرية وقطبين آخرين كأقطاب مرجعية كما هو موضح في (الشكل 1) أدناه.

الشكل 1: نظام وضع الأقطاب «20-10» وتعيين مناطق الجمجمة.



(Marzbani, & al, 2016, 145)

فبينما ترتبط الأحرف F و P و T و O و C بالمناطق الأمامية والجدارية والصدغية والقفوية والوسطى على التوالي، ترتبط الأرقام الفردية/الزوجية بالجانب الأيسر/الأيمن من منطقة الدماغ. كما يشير الحرف Z إلى أن الموقع على فروة الرأس يقع على طول الخط المركزي الممتد بين الناصية والقفا، ويرتبط FP1 و FP2 على التوالي بالقطبين الأيسر والأيمن من الجهة. كما أن A1 و A2 هما المنطقتان اليمنى واليسرى من المنطقة الدهليزية (الأذن) وهما موقعان شائعان لوضع الأقطاب المرجعية والأقطاب الأساسية (الشكل 1).

5. أنماط التركيب المعتمدة:

عادة ما يتم استخدام نوعين من المونتاج هما: أحادي القطب وثنائي القطب في التدريب باستخدام التغذية الراجعة البيو-عصبية:

- **الوضع أحادي القطب:** يتم وضع القطب النشط على الجمجمة ثم تتم مقارنة الإشارة المسجلة بواسطة القطب النشط بالقطب الثاني المسمى بالقطب المرجعي. حيث يمثل نشاط القطب النشط مطروحاً منه نشاط القطب المرجعي نشاط الدماغ عند القطب النشط.

• **الوضع ثنائي القطب:** يتم استخدام قطبين نشطين يتم وضعهما بشكل منفصل على الجمجمة. يمثل الفرق بين الإشارات المسجلة بواسطة هذين القطبين نشاط الدماغ. تتمثل إحدى مزايا التسجيل ثنائي القطب في رفض أي تشويش خارجي (رمش العين، الحركة، ..) يحدث أثناء إجراء التسجيل. في كلتا القناتين وفي نفس الوقت، يتم طرح سعته وطوره ويتم تحسين الانتقائية المكانية.

6. المناطق الوظيفية للدماغ:

• **مناطق الفص الجبهي:** FP1 وFP2 وFPZ وFPZ وFF3 وF4 وF7 هي المسؤولة عن الانتباه الفوري والمستمر وإدارة الوقت والمهارات الاجتماعية والعواطف والانفعالات والذاكرة العاملة والتخطيط التنفيذي واللياقة الأخلاقية أو الشخصية. وتمثل كل منطقة شعوراً أو مهمة معينة، بالتالي فإن تحديد هذه المناطق يوفر أفضل وأدق علاج تستند إليه هذه التقنية.

• **الفصوص الجدارية:** PZ وP3 وP4 إن إدراك القواعد المعقدة، وتسمية الأشياء، وبناء الجمل والمعالجة الحسابية يمكن تحديدها في الفص الجداري الأيسر بينما توجيه الخريطة، والتعرف على الخريطة، والتعرف على المكان، ومعرفة الفرق بين اليمين واليسار هي من وظائف الفص الجداري الأيمن بالكامل.

• **الفصوص الصدغية:** T3 وT4 وT5 وT6 لها وظائف مختلفة ترتبط وظائف الفص الأيسر منها بالقراءة (التعرف على الكلمات) والذاكرة والتعلم والمزاج الإيجابي، بينما ترتبط وظائف الفص الأيمن بالموسيقى والقلق والتعرف على الوجه والإحساس بالاتجاه.

• **الفصوص القفوية:** O2 وO1 تعالج هذه المناطق الذكريات البصرية والقراءة الدقيقة والذكريات الصادمة المصاحبة للذكريات البصرية، كما تشتمل وظائف هذا الفص على المساعدة في تحديد مواقع الأشياء في البيئة ورؤية الألوان والتعرف على الرسومات والتعرف على الأشياء بشكل صحيح والقراءة والكتابة والتهجئة.

• **القشرة الحسية الحركية (SMR):** CZ وC3 وC4 لها وظائف التحكم الواعي في جميع حركات الهيكل العظمي مثل الكتابة والعزف على الآلات الموسيقية والكتابة اليدوية وتشغيل الآلات المعقدة والتحدث والقدرة على التعرف على مصدر الأحاسيس الجسدية.

وقد ذكر بعض أطباء الأعصاب أن القشرة الحركية تساعد القشرة المخية على ترميز المهام الجسدية والإدراكية على حد سواء. ولذلك قد يستفيد الأشخاص الذين يواجهون صعوبة في رؤية التسلسل المنطقي للمهام الإدراكية من تدريب التغذية الراجعة البيو-عصبية على طول القشرة الحسية الحركية في النصف الأيسر من المخ (C3). كما قد يستدعي التدريب على طول القشرة الحسية الحركية لنصف الكرة الأيمن (C4) المشاعر أو العواطف أو الهدوء (السكينة). كما يسهّل التدريب على طول القشرة الحسية الحركية في النصف الأوسط أو قد يسهّل الاستجابة المختلطة. لذلك عادةً ما يتم تدريب الأشخاص الذين يعانون من الصرع على طول القشرة الحسية الحركية (C3) لزيادة الاستجابة الحسية الحركية. كما يمكن تطبيق نفس هذا النوع من التدريب لعلاج السكتة الدماغية والشلل، واضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه واضطرابات التكامل الحسي/الحركي (الجدول 2) (Demos, 2005). بشكل عام، يتم وضع الأقطاب الكهربائية بطريقة تجعل قناة معينة لتخطيط نشاط كهربائية الدماغ تقع على جانب واحد من الدماغ (Bauer & Pillana, 2014). فعلى سبيل المثال، يتم تدريب بيتا وبيتا الدنيا على جانب الدماغ الأيمن (C4) والأيسر (C3) على التوالي. فإذا كانت إلى الجانب الآخر من الدماغ يمكن الحصول على نتائج غير مرغوب فيها. على سبيل المثال، سيؤدي تدريب موجة بيتا الدنيا على الجانب الأيسر إلى استنزاف الطاقة الذهنية بدلاً من تحسين التركيز. وبالتالي، فإن موقع أقطاب التخطيط الكهربائي للدماغ أثناء إجراء تدريب التغذية الراجعة البيو-عصبية مهم للغاية (Evans, 2007).

الجدول (2): فصوص الدماغ (مناطقها، وظائفها، واضطراباتها) (Marzbani, & al, 2016, 146)

الموقع	الوظيفة	العجز/الاضطراب
الفص الجداري	LH: حل المشكلات والرياضيات، والقواعد النحوية المعقدة، والانتباه، الارتباط RH: الوعي المكاني، الهندسة	عسر الحساب (اضطرابات التعلم)
الفص الجبهي	LH: الذاكرة العاملة، والتركيز التخطيط التنفيذي، المشاعر الإيجابية RH: الذاكرة العرضية، الوعي الاجتماعي الأقطاب الأمامية: الحكم على الانتباه	LH: الاكتئاب RH: القلق، الخوف، التخطيط التنفيذي، ضعف الأداء التنفيذي
الفص الصدغي	LH: التعرف على الكلمات والقراءة، واللغة، والذاكرة RH: التعرف على الأشياء الموسيقى، الإشارات الاجتماعية، التعرف على الوجه	الغضب، والهياج، وعُسر القراءة، وضعف الذاكرة طويلة الأمد، وإصابات الرأس المغلقة
الفص القفوي	التعلم البصري، القراءة، الوظائف الجدارية-الصدغية-القفوية	اضطرابات التعلم
القشرة الحسية الحركية	LH: الانتباه، والمعالجة الذهنية RH: الهدوء والعواطف، تجتمع: المهارات الحركية الدقيقة، المهارة اليدوية، والتكامل الحسي والحركي، والمعالجة	الشلل (السكتة الدماغية)، الصرع، وضعف الكتابة اليدوية، وأعراض اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه

الاختصارات: LH: النصف المخي الأيسر، RH: النصف المخي الأيمن

الجدول (2): فصوص الدماغ (مناطقها، وظائفها، واضطراباتها) (تابع)

الموقع	الوظيفة	العجز/الاضطراب	
الحزامي التلفيف	المرونة الذهنية، التجاوب والتعاون والانتباه والتحفيز والمعنويات	الوسواس، الوسواس القهري، التشنجات اللاإرادية، الكمالية، القلق أعراض اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه (TDAH) الوسواس القهري وطيف الوسواس القهري	
منطقة بروكا	التعبير اللفظي	عسر القراءة، وضعف الإملاء، وضعف القراءة	
المخية الأيسر نصف الكرة	التسلسل المنطقي، الاهتمام بالتفاصيل، القدرات اللغوية استرجاع الكلمات، الطلاقة القراءة، الرياضيات، العلوم حل المشكلات، الذاكرة اللفظية	الاكتئاب (نقص النشاط)	
نصف الكرة المخية الأيمن	الذاكرة العرضية، الترميز، الوعي الاجتماعي التواصل البصري، الموسيقى، المزاح، العاطفة الوعي المكاني، الفن، البصيرة، الحدس، الذاكرة غير اللفظية، رؤية الصورة الكاملة	القلق (فرط النشاط)	

7. التطبيقات السريرية للتغذية الراجعة البيو-العصبية في علاج بعض الاضطرابات النمائية العصبية:

1.7. اضطراب نقص الانتباه/فرط النشاط:

تشير الدلائل إلى أن الخلل الوظيفي في الفص الجبهي الأيمن هو سبب اضطراب نقص الانتباه وفرط النشاط (TDAH) (Hynd et al., 1991)، وتتمثل الأعراض الناتجة عن ذلك في عدم الانتباه أو تشتتته وفرط النشاط الحركي، لذلك يعتبر التدريب باستخدام تقنية التغذية الراجعة العصبية نهجا تأهيليا لعلاج هذا الاضطراب بهدف تحسين السلوك دون الاعتماد على الأدوية أو العلاج السلوكي، بعد أن استخدمت لفترة طويلة أدوية مثل: (Ritaline, Concerta et Dexedrine) لعلاج اضطراب نقص الانتباه مع/أو بدون فرط النشاط الحركي، ولقد أظهرت الأبحاث الحديثة أن هذه الأدوية ليس لها أي تأثير على العلاج السريري لاضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه لدى بعض الأطفال. كما أن لهذه الأدوية آثار جانبية مثل القلق والتهيج وآلام البطن وانخفاض الشهية والأرق والصداع (Yan et al., 2008). فقد أظهرت الدراسات أن الأشخاص الذين يعانون من اضطراب نقص الانتباه مع/أو بدون فرط النشاط الحركي لديهم نشاط بطيء في موجات (بيتا)، ونشاط أقل في موجات (بيتا) مقارنة بالأشخاص العاديين. مما يجعل الهدف من التدريب هو تقليل نشاط الدماغ في نطاق بيتا، وزيادة نشاطه في نطاق بيتا (أو تقليل نسبة ثيتا/بيتا) في قمة الرأس (موضع القطب) (Heinrich, Gevensleben, & Strehl, 2007).

أوضحت هذه التقنية العلاجية فعالة في الحد من فرط النشاط، وزيادة التركيز، وتحسين مؤشرات الانتباه المستمر (Gnecchi, Herrera Garcia, & de Dios Ortiz, 2013; Wang & Sourina, 2013; Karimi, Haghshenas, & Rostami, 2011; Alvarado, 2007). ندرج في (الجدول 3) أسفله الدراسات التي اهتمت بتطبيق تدريب التغذية الراجعة البيو-عصبية لعلاج اضطراب فرط الحركة وتشتت الانتباه عند الأطفال. يتضح من خلاله بأن بروتوكول (ثيتا/بيتا) وتحديد موقع قطب التخطيط الكهربائي للدماغ (Cz) هي أكثر بروتوكولات التغذية الراجعة البيو-عصبية شيوعاً واعتماداً في علاج أعراض هذا الاضطراب.

الجدول (3): ملخص الدراسات في علاج اضطراب (TDAH) بإعتماد تقنية
BioNeurofeedback

الدراسات	موقع الأقطاب	البروتوكول (BNF)	عدد الجلسات	الفئة العمرية (سنة)	النتائج
(Linden, Habib, & Radojevic, 1996)	CZ	تعزيز بيتا تثبيط ثيتا	20	15-5	تحسن في الوظائف العقلية والدقة في الأداء
(Palsson et al., 2001)	CZ	Theta/beta , SMR	40	13-9	تحسن في آثار المترتبة عن TDHA
(Orlandi, 2004)	CZ	Theta/beta , SMR	40	11-9	تحسن في الانتباه والتركيز والذاكرة
(Lévesque, Beauregard, & Mensour, 2006b)	CZ	Theta/beta , SMR	40	12-8	تحسين الأداء في نطاق القشرة الحزامية الأمامية
(Leins et al., 2007)	CZ	Theta/beta	30	13-8	تحسن في الانتباه نقص الإفراط الحركي، والتشتت
(Gevensleben et al., 2009)	CZ	Theta/beta	18	12-9	التحسن في العلاج المشترك لبروتوكولات التغذية الراجعة البيو-عصبية
(Perreau-Linck, Lessard, Lévesque, & Beauregard, 2010)	CZ	Theta/beta	40	13-8	تحسن في آثار المترتبة عن TDAH

الاختصارات: (TDAH): اضطراب الانتباه وفرط النشاط الحركي، (SMR): الايقاع الحس-حركي

(BNF): التغذية الراجعة البيو-عصبية BioNeurofeedback

(Marzbani, & al, 2016, 150)

2.7. اضطرابات التعلم المحددة:

يشير التعلم إلى اكتساب معرفة جديدة أو تغييرات في السلوك ناتجة عن الخبرات التي تترك آثارًا في الدماغ. ويُعد اضطراب القراءة، أحد أكثر اضطرابات التعلم المحددة شيوعًا، له أهمية خاصة لأنه يؤثر على قدرات التعلم الأساسية. يرتبط ظهور هذه الاضطرابات بسن التمدرس. توصلت الأبحاث في ميدان علم النفس العصبي الفيزيولوجي وعلم النفس المعرفي أن لكل فرد نمط محدد من نشاط الدماغ وتواتر مرتبط بالأعراض والاضطرابات. فقد لاحظ Ghaemi وآخرون (2017) أن الاختلافات الأكثر شيوعًا في موجات الدماغ لدى الأطفال الذين يعانون من صعوبات التعلم هي عندما يكون نشاط موجات ثيتا أعلى مقارنة بأقرانهم مقابل حد أدنى من نشاط موجات ألفا. يُظهر هذا الاختلاف في قيم موجات ثيتا وموجات ألفا مدى أهمية تقليل نسبة موجات ثيتا إلى ألفا لدى الأطفال الذين يعانون من صعوبات التعلم، مما قد يؤدي إلى تحسينات في مهارات القراءة والكتابة والرياضيات والرسم (Filipova, & al, 2024, 8309).

3.7. اضطراب طيف التوحد:

اضطراب طيف التوحد (TSA) هو حالة نمائية عصبية تتميز بأسباب معقدة ومتعددة العوامل، مما يجعل تشخيصها صعبًا، خاصة في مرحلة الطفولة المبكرة. يتوافق هذا العجز مع مشاكل في التواصل المتبادل، وصعوبة في التنبؤ بأفكار ومشاعر الآخرين، وتفسير المشاعر المجردة للآخرين والتي يطلق عليها المهارات الاجتماعية. (Lucido, 2012). يتم إعتقاد العديد من الأدوات التشخيصية المصممة لإظهار التشوهات في وظائف الدماغ في حالة الإصابة بالتوحد. وهي (1) النشاط العالي من نوع بيتا العالي المرتبط بالقلق؛ (2) النشاط العالي من نوع دلتا/ثيتا الذي يتوافق مع القشرة البطيئة وقلّة الانتباه والاندفاعية وفرط النشاط؛ و(3) النشاط غير الطبيعي لتخطيط كهربائية الدماغ والمرتبط بالنوبات. إلا أن نوع بيتا العالي هو الأكثر شيوعًا بين الأطفال المصابين بالتوحد (حوالي 50-60% من الأفراد المصابين بالتوحد) (Coben, Linden, & Myers, 2010; Kouijzer, van Schie, de Moor, Gerrits, & Buitelaar, 2010). يقوم مبدأ هذا الصنف من العلاج بتطبيق تقنية التغذية الراجعة البيو-عصبية مع الأطفال المصابين بالتوحد على تثبيط نسبة ثيتا-ألفا

وتعزيز موجة بيتا. ولقد تم بحث فعالية تطبيق هذا المنحى مع هذه الفئة بشكل جيد في دراسات الحالة النوعية المملخصة في الجدول (4) المرفق أسفله.

الجدول (4): ملخص الدراسات لتطبيق تقنية BioNeurofeedback في علاج

اضطراب طيف التوحد ((Marzbani, & al, 2016, 152

الدراسات	نطاق العلاج	التعزيز/والتثبيط	عدد الجلسات	النتيجة
Cowan & (Markham, 1994)	الفص الجداري والقفوي	تعزيز (16-20 هرتز) تثبيط (4-10 هرتز)	21	تحسن في التركيز والانتباه والاسترخاء
Thompson & (Thompson, 2003)	القشرة الحسية الحركية (C4, C2)	تعزيز (13-15 هرتز) التثبيط (3-10 هرتز)	100-40	تحسن في الأداء النفسي العصبي، وتحسن الأداء التعليمي، وانخفاض القلق والاندافاعية
(Sichel, Fehmi, & Goldstein, 1995)	الشريط الحسي الحركي والفص الجداري	تعزيز SMR (12-15 هرتز) تثبيط ثيتا (4-8 هرتز)	31	تحسن في النوم والسلوكيات الاجتماعية زيادة في التواصل البصري المناسب انخفاض في محاكاة الذات
(Othmer, 2007)	P4, T4, T3, F2, FP1	تعزيز SMR (12-15 هرتز)	100-28	انخفاض الحاجة إلى خدمات التعليم الخاص و نقص أعراض التوحد
(Thompson, Thompson, & Reid, 2010)	المواقع المركزية	تعزيز SMR (12-15 أو 13-15 هرتز) تثبيط ثيتا (7-3 هرتز) و بيتا (35-23 هرتز)	60-40	تحسن اختبارات الذكاء والتقييمات النفسية
(Cowan & Markham, 1994)	-	تعزيز بيتا (16-20 هرتز) تثبيط ثيتا-ألفا (4-10 هرتز)	-	تحسن في سلوكيات التوحد، الأداء الاجتماعي والأكاديمي والانتباه

خاتمة

تعتبر تقنية التغذية الراجعة البيوعصبية نقلة نوعية في مجال العلاج غير جراحي في مجال الطب النفسي والعصبي للعديد من الأمراض والإضطرابات، تسهم في تمكين الأفراد من التحكم بشكل أفضل في أنماطهم العصبية، مما يتيح لهم مواجهة التحديات النفسية بشكل أكثر فعالية. لكونها تجمع بين الدقة العلمية والإبداع العلاجي. وقد أشارت العديد من الأدبيات إلى فعالية هذه التقنية في تحسين جودة حياة الأفراد الذين يعانون من اضطرابات مثل الأرق والقلق ونقص الانتباه مع فرط النشاط، وصعوبات التعلم والصرع. .. وغيرها، كما أظهرت بعض الأبحاث أن التدريب على هذه التقنية يمكن أن يحدث تغيرات دائمة في الأنماط العصبية للدماغ، مما يحقق نتائج مستدامة مع مرور الوقت. مع زيادة انتشار هذه التقنية العلاجية في الأوساط العلمية بات من الممكن توظيفها لمعالجة طيف واسع من الحالات، بدءاً من تحسين النوم وصولاً إلى تعزيز الأداء المهني والرياضي. ونجاح هذه التقنية العلاجية الرائدة لن يقتصر فقط على تحسين حياة الأفراد، بل يتعداه لفتح آفاقاً واسعة لاستخدامها في مجالات أخرى مثل التعليم والتطوير الشخصي. من أجل ذلك يبقى المستقبل مفتوحاً أمام مزيد من الأبحاث المعززة لمكانة التغذية الراجعة البيوعصبية كأداة رئيسية لتحسين نوعية حياة الأفراد وتحقيق توازنهم النفسي والعصبي.

تعتبر التغذية الراجعة البيو-عصبية من الطرق العلاجية البديلة التي تراعي الفروق الفردية. تستخدم أحد الأساليب الواعدة ألا وهو تخطيط كهربائية الدماغ الكمي (EEGq)، والذي يمكن استخدامه لتقييم نشاط الموجات الدماغية. على الرغم من أن الأبحاث الحالية تشير إلى إمكانية استخدامها، إلا أنه يلزم إجراء المزيد من الدراسات للتحقق من فعاليتها في كل من التشخيص وتقييم العلاج.

المصادر والمراجع

1. Bauer, H., & Pllana, A. (2014). *EEG-based local brain activity feedback training-tomographic neurofeedback*. *Frontiers Human Neuroscience*, 8, 1005. doi: 10.3389/fnhum.2014.01005
2. Chapin, T. J. & Russell-Chapin, L. A. (2013). *Neurotherapy and Neurofeedback*. New York, London: Taylor & Francis Group.
3. Collura, T.F. (2013): *Technical Foundations of Neurofeedback*, Routhledge, New York
4. Demos, J. N. (2005). *Getting started with neurofeedback (1th ed.)*. New York: W.W. Norton.
5. Dempster, T. (2012). *An investigation into the optimum training paradigm for alpha electroencephalographic biofeedback (PhD Thesis)*. U.K.: Canterbury Christ Church University.

6. Evans, J. R. (2007). *Handbook of neurofeedback: dynamics and clinical applications*. New York: Haworth Medical Press.
7. Evans, J. R., & Abarbanel, A. (1999). *Introduction to quantitative EEG and neurofeedback*. San Diego, Calif: Academic Press.
8. Filipova S., Galevska Jovchevski V., Durmishi N., Jankova R., (2024). *The Significance of EEG Neurofeedback Method in the Treatment of Specific Learning Disorders*, International Journal of Research Publication and Reviews, 5(5), 8308-8316. doi: 10.55248/gengpi.5.0524.1338
9. Ghaemi, H., Mohammadi, N., Sobhani-rad, D., Yazdani, R. (2017). Effect of Neurofeedback on the Speed and Accuracy of Reading Skill in 7-10 Year-Old Children with Learning Disabilities. J Rehab Med. 2017; 5(4): 76-83.
10. Gneccchi, J. A. G., Herrera Garcia, J. C., & de Dios Ortiz Alvarado, J. (2007). *Auxiliary Neurofeedback System for Diagnostic of Attention Deficit Hyperactivity Disorder*. Proceedings of the Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference, (pp. 135-138). Mexico: Morelos. doi: 10.1109/CERMA.2007.4367674.
11. Heinrich, H., Gevensleben, H., & Strehl, U. (2007). *Annotation: Neurofeedback-train your brain to train behaviour*. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 48(1), 3-16. doi: 10.1111/j.1469- 7610.2006.01665.x.
12. Hynd, G. W., Lorys, A. R., Semrud-Clikeman, M., Nieves, N., Huettner, M. I., & Lahey, B. B. (1991). *Attention deficit disorder without hyperactivity: a distinct behavioral and neurocognitive syndrome*. Journal of Child Neurology, 6(1), S37-43.
13. Karimi, M., Haghshenas, S., & Rostami, R. (2011). *Neurofeedback and autism spectrum: A case study*. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 30, 1472-1475. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.10.285.
14. Kopańska, M., Ochojska, D., Dejniewicz-Velitchkov, A., Banas-Zabczyk, A., (2022). *Quantitative Electroencephalography (QEEG) as an Innovative Diagnostic Tool in Mental Disorders*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(4), 2022, 2465. doi: 10.3390/ijerph19042465
15. Lucido. , M. J. (2012). *Effects of Neurofeedback on Neuropsychological Functioning in an Adult with Autism* (أطروحة دكتوراة), Walden University•- COLLEGE OF SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES). Retrieved from <https://www.proquest.com/dissertations-theses/effects-neurofeedback-on-neuropsychological/docview/969307144/se-2>
16. Marzbani, H., Marateb, H. R., & Mansourian, M. (2016). *Neurofeedback: a comprehensive review on system design, methodology and clinical applications*. Basic and Clinical Neuroscience, 7(2), 143-158. <http://dx.doi.org/10.15412/J.BCN.03070208>
17. Wang, Q., & Sourina, O. (2013). *Real-time mental arithmetic task recognition from EEG signals*. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 21(2), 225-232. doi: 10.1109/TNSRE.2012.2236576.