Neurofeedback

Abrar Hasan Jaber
psychologyabrar@yahoo.com
Buthaina Mansour Al-Hilo
hilo.buthaina@yahoo.com
University of Baghdad- College of Arts

DOI: 10.31973/aj.v2i137.1627

Abstract:

The Neurofeedback technique is one of the most prominent, modern and developed therapeutic techniques based on mindfulness. There have been several studies searching for the extent of its impact as a form of effective conditioning of the brain's electrical activity, which enhances positive activity by acting and preventing the emergence of negative activity, and working on changing the surface of brain cells, which affects the effectiveness of the brain and improving the performance of cognitive therapies in it. Different patterns of electrical activity can be identified by placing electrodes on the scalp and recording those cortical activities of the nearby brain regions -known as brain waves- and through capacities and frequencies the different frequency components in the brain are categorized into delta waves, theta, alpha, beta, and Gama, each one representing a certain physiological function and any defect in it represents various symptoms of mental disorders, so the reorganization of these waves helps to recover from these symptoms. There are different types of neurological feedback, including superficial neural feedback, used to change the amplitude or speed of certain brain waves in certain locations of the brain to treat a specific disorder, and slow cortical nerve feedback to improve the direction of slow cortical potentials, and neurological feedback data provides responses or observations about blood flow to the brain, and it also presents a continuous comparison of changes in the electrical activity in the brain with a systematic database to provide continuous feedback. The functional magnetic resonance imaging technology "fMRI" is the latest type of neural feedback to regulate brain activity based on the activity feedback from the deep cortical regions of the brain.

Key words: brain waves - treatment protocols - mental disorders

التغذية الراجعة العصبية

م. ابرار حسن جابر
الجامعة المستنصرية – كلية الآداب – قسم علم النفس
psychologyabrar@yahoo.com

ا. د بثينة منصور الحلو
جامعة بغداد – كلية الآداب –قسم علم النفس
hilo.buthaina@yahoo.com

(مُلَخَّصُ البَحث)

ان تقنية التغذية الراجعة العصبية تعد من ابرز التقنيات العلاجية الحديثة والمطورة القائمة على اليقظة الذهنية، فقد كانت هناك دراسات عدة تبحث في مدى تأثيرها على اعتبار انها شكل من اشكال الاشراط الفعال لنشاط الدماغ الكهربائي، التي يعزز النشاط الايجابي بالإثابة ويمنع ظهور النشاط السلبي، وتعمل على تغيير سطح خلايا الدماغ والذي يؤثر على فعالية الدماغ والتحسين من اداء المعالجات المعرفية فيه، ويمكن التعرف على أنماط مختلفة من النشاط الكهربائي من خلال وضع الأقطاب الكهربائية على فروة الرأس وتسجيل تلك الأنشطة القشرية لمناطق المخ القريبة منها –المعروفة باسم موجات الدماغ– ومن خلال السعات والترددات تم تصنيف مكونات التردد المختلفة في الدماغ إلى امواج دلتا وثيتا وألفا وبيتا وكاما ويمثل كل منهما وظيفة فسيولوجية معينة واي خلل فيها يمثل ما يسمى بأعراض الاضطرابات النفسية المتنوعة لذلك فان اعادة تنظيم هذه الامواج يساعد في التعافي من هذه الاعراض. وهناك انواع مختلفة من التغذية الراجعة العصبية منها التغذية الراجعة العصبية السطحية تستعمل لتغيير سعة أو سرعة موجات دماغية في مواقع معينة من الدماغ والتغذية الراجعة العصبية القشرية البطيئة على تحسين اتجاه الإمكانات القشرية البطيئة وتوفر بيانات التغذية الراجعة العصبية ردود أو ملاحظات حول تدفق الدم إلى الدماغ اضافة الى انها تقدم مقارنة مستمرة لتغيرات النشاط الكهربائي في الدماغ بقاعدة بيانات منهجية لتوفير تغذية راجعة مستمرة، وتعد تقنية التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي fMRI أحدث أنواع التغذية الراجعة العصبية لتنظيم نشاط المخ بناءً على لنشاط المناطق القشرية العميقة في المخ.

الكلمات المفتاحية: امواج الدماغ – البروتكولات العلاجية – الاضطرابات النفسية

المقدمة

اكدت الدراسات العصبية على امواج الدماغ في اليات اساس عمل المناطق المختلفة من الدماغ والمظاهر النفسية والادائية ان بالإمكان تنظيم نشاط الامواج بحيث تصبح مفيدة للأداء النفسي بشكل اكبر واعتمادا على نتائج هذه الدراسات يظهر التساؤل هل فيما

امكن تغيير نشاط امواج الدماغ وتغيير ترددتها الشاذة الى ترددات سوية، بذلك يمكن تغيير الحالات النفسية السلبية الى حالات سوية. Gunkelman & Johnstone . 2005: (93) اذ ان التغذية الراجعة العصبية تعتمد على افتراض العلاقة ما بين الجسم والذهن وهي تشمل التدريبات الخاصة لانتاج افضل اداء سلوكي وانفعالي والارتقاء بمستويات قدرة الذهن +على اعادة تأهيله بنفسه. (Demos. 2005)، لذا فان الدراسات المتلاحقة وفق هذا الافتراض شملت علاج الكثير من الاضطرابات والعلل النفسية والعصبية

عندما يتم تنشيط الخلايا العصبية فإنها تنتج نبضات كهربائية، ومن خلال وضع أقطاب كهربائية على فروة الرأس يمكن تسجيل النشاط الكهربائي للدماغ المعروف باسم (EEG)، إذ يتم إنشاء (EEG) بنوع معين من النشاط المتزامن للخلايا العصبية التي تعرف باسم الخلايا العصبية الهرمية، وبالتالي ينعكس الناتج الكهربائي في المناطق التالية من الجلد حيث توجد الأقطاب الكهربائية.

النشاط الكهربائي للدماغ

يمكن التعرف على أنماط مختلفة من النشاط الكهربائي، والمعروفة باسم موجات الدماغ، من خلال السعات والترددات، إذ يشير التردد إلى مدى سرعة تأرجح الموجات التي تقاس بعدد الموجات في الثانية (Hz)، بينما تمثل السعة قوة هذه الموجات المقاسة بالميكرو فولت (μV)، وعلى ضوء ذلك تم تصنيف مكونات التردد المختلفة في الدماغ إلى امواج دلتا (أقل من ٤ هرتز) وثيتا (٤- ٨ هرتز) وألفا (٨- ١٣هرتز) وبيتا (١٣-٣٠ هرتز) وكاما (٣٠-١٠٠ هرتز) حيث يمثل كل منهما وظيفة فسيولوجية معينة، باختصار، يتم ملاحظة موجات دلتا في إشارة EEG عندما يكون الشخص نائماً، وموجات ثيتا عندما يكون الشخص مسترخي، وموجات ألفا في حالة الهدوء والسكينة لكنه مستيقظ، وموجات بيتا عندما يكون الشخص في حالة يقظ ويلاحظ وجود موجات جاما عندما يحاول شخص ما حل مشكلة معينة.

هذه المكونات للترددات لها مجموعات فرعية. على سبيل المثال، ترتبط نطاقات تردد الإيقاع الحسي الحركي sensori motor rhythm (13-15) (SMR هرتز) بالإيقاع الحسي ويتم اعتبارها بيتا منخفضة. وبينت بعض الدراسات أن إيقاع ألفا له مجموعتان فرعيتان: ألفا منخفضة في حدود ٨-١٠ هرتز وألفا العليا في حدود ١٠-١٢ هرتز. بينما تشير بعض الدراسات إلى أن إيقاع ألفا يحتوي على ٣ مجموعات فرعية. تشير هذه التعريفات إلى أن ألفا عالية ومنخفضة تظهر سلوكيات وعروضًا مختلفة. اذ يُعتقد أن انخفاض ألفا يرتبط بتذكر الفعل في الذاكرة الدلالية وهو ما لا ينطبق على ارتفاع ألفا(Dempster, 2012: 7).

يمكن للأقطاب الكهربائية (الموضوعة على فروة الرأس) تسجيل تلك الأنشطة القشرية لمناطق المخ القريبة منها من خلال نظام القطب الكهربائي (١٠-٢٠) وهو طريقة لتوحيد مساحات الجمجمة ومقارنة البيانات.

انواع ترددات الامواج

دلتا (٤-١ او ٣,٥-١ هرتز)

ان موجة دلتا ترتبط بالنوم و تكون الموجة السائدة عند الاطفال الرضع. ويرى رابرت تاجر (١٩٩٩) (وهو اختصاصي المعلومات المعيارية الاساسية)، عن مدى انتشار موجة دلتا حيث يقول :- " عند الولادة تكون ٤٠% من طولها الموجي في حزمة ترددات موجة دلتا و فقط ١٠% من الطول الموجي ل EEG ضمن حزمة ترددات الفا. عند البالغين الاسوياء يكون عادةً اقل من ٥% من نطاقها ضمن طيف حزمة ترددات دلتا ، في الوقت الذي يكون بحدود ٧٠% من طولها الموجي موجودة في المناطق الخلفية لموجات الفا. بينما وجود طول موجة EEG ضمن طيف ترددات دلتا لا يدل بالضرورة على وجود مرض او وجود خلل في الثالاموس (هايبربولاريزسيون) بل من الممكن ان يكون قسم طبيعي من الEEG (Thatcher,1999:47)

اما الموجات المنتظمة من دلتا ذات الطول الموجي العالي عند البالغين يدل على وجود صدمات او ضرر في الدماغ او وجود اضطرابات مختلفة في نفس الوقت، واجريت دراسات اكدت ان وجود موجات دلتا غير منتظمة عند الطلبة المنغمسين في اتمام مهام ترتبط بحل مسألة ما (Angelakis, Lubar, Fredrick,Ststhopoulou,2001).

ثيتا (٧-٤، ٧,٥-٤ او ٨-٤ هرتز)

ان موجة ثيتا ممكن ان تكون على شكل ايقاع متذبذب او قمة مربعة. وامواجها ممكن ان تكون منتظمة او غير منتظمة، ان موجة ثيتا ترتبط بالابداع والعفوية (Spontaneity)، نقص الانتباه، قلة التركيز واحلام اليقظة والاكتئاب والقلق، ان موجات ثيتا غير المنتظمة او العالية التي ترتسم على شكل نصفي كرة او نصفي دائرة تدل على الاكتئاب والقلق او مختلف الاضطرابات الانفعالية (عادةً تكون الاطوال الموجية لثيتا متطابقة في نصفي الكرة)، الاطوال الموجية لثيتا عند الاطفال تكون اطول من البالغين Blume & (Kaibara,1995:40) .

تكون نسبة موجة ثيتا الى موجة بيتا بصورتها الطبيعية عند البالغين ٢ الى ١ و عند الاطفال ٢,٥ الى ١ حيث تكون نسبتها عالية عند الاطفال المصابين بنقص الانتباه وفرط النشاط ADHD، وان نسبة ثيتا الى بيتا ١:٣ ترتبط بوجود خلل في الامواج حيث تكون بطيئة مع نسبة ١:٦ عند الاطفال، وان الاضطرابات الناجمة من بطئ الامواج عادة تدل

على موجات ثيتا (العالية) ومع وجود دلتا (٤-١ هرتز) و الفا بطيئة (١٠-٨ هرتز) و التي تكون ضمن الامواج البطيئة، وان قراءة EEG (امواج الدماغ الكهربائية البطيئة)تدل على وجود افكار مبهمة و ردود فعل بطيئة ، قدرات حسابية ضعيفة مع ضعف في قابلية التحكم في الانفعال و اصدار احكام غير صحيحة(Demos, 2014: 157).

اما عند وجود اضطرابات نقص الانتباه ADD/ADHD يقوم المعالجون في مجال التغذية الراجعة العصبية بتعليم خفض ثيتا و التحكم في الموجة البطيئة عند الاطفال اذ عادة ما تعطي نتائج ايجابية ويجب التاكيد ان عمل موجة ثيتا عند البالغين تختلف مقارنة مع عملها عند الاطفال فان نشاط امواج الدماغ تتغير خلال مراحل الحياة المختلفة فيؤكد كل من (Lubar, Angelakis, Fredric, and Stathopoulou,2001) ان تعليم التغذية الراجعة العصبية ممكن ان تساعد في زيادة سرعة بلوغ او نضج الدماغ. و ان الامواج البطيئة (٧-٤ هرتز)عند الاطفال ممكن ان تقابل الايقاعات العالية بين سبعة و تسعة هرتز عند البالغين. على سبيل المثال فقد تبين ان التردد السائد في القشرة الخلفية يتبع هذا النمط من الزيادة في التردد بدءاً من سن ما قبل المدرسة حيث يبدأ من ٩-٦ هرتز حتى يصل الى ١٢-٨ هرتز في عمر ١٣ عاماً. في هذا المجال يلاحظ ان الاطفال المصابين باضطراب نقص الانتباه يعانون من تأخر في عملية نمو هذه الامواج اذ ان التغذية الراجعة العصبية تعمل على قمع هذا الايقاع المتذبذب المهيمن و تعمل على تسهيل نمو الدماغ. (Lubar,Angelakis,Fredric,and Stathopoulou,2001:21)

عندما تكون خفض موجة ثيتا مناسبة للاطفال عادة ما يرافقها عملية مكافأة بيتا او SMR لذا من المتوقع حدوث تغيرات كبيرة في نطاق ثيتا و تغيرات اقل ضمن نطاق بيتا، في بعض الحالات يمكن ان يكون تعليم خفض موجة ثيتا مؤثرة لحد ما . هناك طريقة اخرى تتمثل في ضبط الحالات الشاذة لنسب Ratio training ثيتا العالية الى نسبة بيتا High (theta-to-beta ration) ومتى ما انخفضت النسبة بين الموجات البطيئة والسريعة يتم تشجيع المتدرب (Rossiter,2002:9-35) .

حذر العالم استريفل Striefel (١٩٩٩) المعالجين العصبيين من تدريب الاشخاص المصابين باضطراب التشنج (اختلال تشنج) على زيادة موجة ثيتا اضافة الى ذلك ان تدريب الاشخاص المصابين باضطراب ما بعد الضغوط الصدمية PTSD على زيادة موجة ثيتا قد يؤدي الى اثارة ذكريات مؤلمة غير مرغوب بها. وللعلاج النفسي يمكن استخدام التدريب العميق الذي يتضمن زيادة موجة ثيتا والموجات الخلفية من الفا. (هذه الطريقة تستخدم عندما يراد التعامل مع الصدمات الماضية للمراجع). (Striefel,1999)

الفا (١٢-٨ او ١٣-٨ هرتز)

الفا الكلاسيكية شبيه بموجة جيبية كلاسيكية، عادة تكون طيف هذه الموجة في حالة اليقظة ١٣-٩ هرتز و في حالة النوم حدود ٨-٧ هرتز .احيانا عند النشاط بين ١١-٩ هرتز لا يكون نشاط الفا الحقيقي . عندما تكون الموجات شبيهه باقواس متقاربة تسمى ب ايقاع مو Mu rhythm. عبارة "انسداد الفا " تطلق عندما تنخفض بشدة موجة الفا و عندما تكون العينان مفتوحة في حين لا تتغير موجات مو Mu عندما تكون العينان مفتوحتان. موجة الفا تبدو اكثر وضوحا في الفص الجداري و الفص الصدغي الخلفي . قد لا تظهر ايقاعات مو الا في القشرة الحسية-الحركية و احيانا في الفص الجداري Blume & (Kaibara,1995:39) كما يفضل تجنب رفع ايقاعات مو (Lubar & Lubar,2002).

إن افضل طريقة للكشف عن ايقاع المو Mu هي من خلال مراقبة الشكل الخارجي للموجة (مورفولوجية الموجة) او شكل موجات الدماغ الكهربائية EEG. (Demos, 2014: 159) ان موجة الفا ترتبط بالتأمل والشعور بالراحة او السلام الداخلي. تظهر الفا في المناطق الامامية من الدماغ حيث تكون اطوالها الموجية طويلة او عالية وتظهر عند الاطفال المكتئبين او الذين لديهم تخيلات حيث ان الموجات الطويلة تظهر في الفص الامامي عند الاشخاص المصابين بفرط النشاط ونقص الانتباه ADD/ADHD والاكتئاب او مختلف الاضطرابات وعادة ارتفاعات موجة الفا تظهر بشكل اطول او اعلى في المناطق الخلفية و اقصر في المناطق الامامية من الدماغ. (Blume&Kaibara,1995) وبشكل طبيعي ان ارتفاع الفا (الطول الموجي) متساوي على نصفي الدماغ ذو جانبين متقاربين) لكن هناك انخفاض جزئي في الطول الموجي (اقل من ٢٥%) في النصف الايسر من الدماغ. (Hughes,1994:55)

ومع هذا اذا كان المتدرب او المراجع مكتئب نلاحظ ارتفاع الطول الموجي لالفا في نصف الكرة الايسر و تكون الفا في الجهة اليسرى اصغر من الفا في الجهة اليمنى، كما يمكن ممكن تقسيم موجة الفا الى قسمين البطيئة و السريعة Slow and fast alpha :

- الفا ١ (الفا بطيئة) ١٠-٨ هرتز
- الفا ٢ (الراحة و اليقظة) ١٢-١٠ هرتز. (Demos, 2014: 159)

ان التدريب على خفض موجة الفا في منطقة الدماغ الامامية يكون عند وجود الاكتئاب والتوتر واضطرابات فرط النشاط ونقص الانتباه ADD/ADHD واصابات الدماغ الصدمية (TBI) ومختلف المشاكل الاخرى حيث ان التدريب على خفض الفا في نصف الكرة الايسر عند وجود بروتوكول الاكتئاب متداول كثيرا .موجة الفا الخلفية تتضاعف في حالة اضطرابات القلق مثل اضطراب القلق العام، لكن عند وجود ارتفاعات عالية في الفا الامر

يكون بالعكس. الترددات العالية السائدة من الفا قد يدل على ذكاء عالي او احتمال وجود قلق و ارق . (Demos, 2014: 159).

احيانا عند كبار السن تكون الفا هي من نوع الايقاع المهيمن الخلفي (posterior dominant rhythm,PDR) (Rowan & Tolunsky,2003:25).

كلما كبر الفرد على طول حياته يحتفظ بتردد ١٠ هرتز بشكل منتظم، مع ذلك فانها تتطور بشكل طبيعي بانخفاض ترددات الايقاع الخلفي (PDR) بشكل تدريجي. ان ايقاع PDR الايقاع المهيمن الخلفي الابطأ قد لا يدل على وجود مرض معين لكنه قد يدل على وجود خلل وظيفي في الدماغ. (Rowan & Tolunsky,2003:32).

ان ميزان الايقاع المهيمن الخلفي (PDR) يجب ان يكون متساويا في نصفي كرة الدماغ والا في غير هذه الحالة يجب ان نشك في اوجه القصور العلميات المعرفية . (Demos, 2014: 160)

ان الاشخاص المكتئبين ممكن ان يكون لديهم الايقاع المهيمن الخلفي PDR اقل من ١٠ هرتز .وان التدريب على التغذية الراجعة العصبية في المناطق الخلفية[1] يمكن ان يساعد على خفض الاكتئاب وزيادة الطاقة والحيوية عند المراجع اذ ان الدراسات تؤكد على التدريب المركز على الامواج الدماغية المهيمنة عند المريض اذ يعتبر طريقة مؤثرة اخرى لخفض علامات الاكتئاب. (Hammond,1999:63)

قد يستفيد من هذا البروتوكول المكتئبون او من ذوي القصور المعرفى المرتبط بالسن مع ايقاع الفا المهيمن المنخفض، وبالعكس لا يتم الاستفادة من هذا البروتوكول بالنسبة للأشخاص القلقين . (Demos, 2014: 160)

ويرتبط الفا بعجز نظام الابصار وعادة ما يزداد عن طريق اغلاق العينين وينقص عن طريق فتح العينين هذه الظاهرة تسمى ظاهرة انسداد الفا. فقط اذا انعكست ارتفاع (طول موجة الفا) فهذا يعني انخفاضها مع غلق العينين وهذا يعني عادة النعاس. (Stampi, Stone, Michirnori,1995:368-376)

في ٥% من حالات انخفاض الفا اثناء فتح العينين لا يعتبر دلالة على حالة سريرية (Rowan & Tolunsky,2003:26)

تحدث ايضا تغييرات في الطول الموجي لالفا عندما تكون العينان مفتوحتين فعلى سبيل المثال عندما يكون الدماغ مشغولا بتحدي معين او يواجه مهمه معقدة مثل فهم لغز او مطلب ما يتم قمع الاطوال الموجية لالفا الامامية. ومع هذا بعض كبار السن والاطفال المصابين بفرط النشاط ونقص الانتباه ADD/ADHD عندما يحاولون الانتباه فانهم

[1] بدقة في P3,P4,O1,O2 والتي سيتم ذكرها في الفصل الثالث

يواجهون ضبابية ذهنية (mental fog) لأنهم غير قادرين على قمع الموجات البطيئة، وتعرف زيادة الفا اثناء المهام الادراكية باسم التعاكس (Inversion) ،مما يعني انه يحدث اثناء ممارسة مهام ذات مستويات عالية من الفا او ثيتا (Siever, 2004:24).

لذلك ، بالإضافة إلى التحكم في نشاط ثيتا من ٨-٤هرتز ، قد تكون الزيادة في ألفا من ١٠-٨هرتز مفيدة. يذكر كل من لوبار و لوبار Lubar & Lubar " "تم تدريب معظم البالغين على التحكم في نشاط الموجة ١٠-٤هرتز أو ١٠-٦ هرتز وزيادة نشاط بيتا بين ٢٢-١٦هرتز. (Siever,1999:138)

يستخدم التدريب على زيادة ألفا وثيتا الخلفية لتدريب الحالات العميقة[٢] فعادة ما يستخدم التدريب العميق لعلاج الاضطرابات ما بعد الضغوط الصدمية PTSD و انواع الادمان.(Peniston& Kulkosky,1991)

وفي بعض حالات التدريب العميق يجب انخفاض موجة الفا. (Siderof, ,Brod, Kaiser, &Sagan,2002)

ان التدريب المتزامن لالفا يعتبر بروتوكول ذو قناتين اذ فيه يتم مكافأة الطرفين المتقابلين من الدماغ والذي تم فيه زيادة الطول الموجي لالفا. غالبا يتم اختيار مناطق خلفية[٣] لأنها تعتبر اماكن القشرة البصرية . يستخدم تدريب تزامن الفا ايضا للتدريب العميق او التدريب على الاداء الامثل. ان التدريب المتزامن ممكن ان يحدث باكثر من اربع قنوات لكن هذا العمل غير مناسب للمبتدئين. (Mcknight & Fehmi,2001:45-61)

الايقاع الحسي – حركي (١٥-١٢ او ١٦-١٢ هرتز)

يعكس الإيقاع الحسى – الحركي SMR حالة التوجه الداخلي ويطلق عليه البعض بيتا المنخفضةSMR . Low Beta الفعلي او الحقيقي يظهر في القشرة الحسية الحركية[٤] تزداد سعة SMR مع البقاء ثابتًا (بدون حركة جسدية) وتتناقص مع وجود حركة (Othmers,Othmer & Kaiser,1999:267).

اجرى باري استرمن وزملاؤه تدريبًا على SMR حيث جرى التدريب اولاً على القطط وبعد ذلك على البشر المصابين بالصرع حيث قاموا بزيادة الموجة ١٥-١٢ في المناطق محددة من الدماغ[٥] و ذلك بدون استخدام الحاسبة او تجهيزات حاسوبية. Robbins,

---

[٢] بروتوكول ذو القناة الواحدة والذي يتم فيه اختيار منطقة معينة من الدماغ مثل O1,O2,Pz,Oz، و P4 . سيتم ذكرها في الفصل الثالث

[٣] مثل O1 و O2

[٤] الشريط الحسي – الحركي في القشرة يقع على المناطق Cz,C3 او C4

[٥] C3 او T3

(2000a:44)، كما ان البروتوكلات التي استخدموها كانت مرافقه للصرع وايضا لفرط النشاط مع التحكم بموجة ثيتا (Budzynski,1999:72).

ضمن المرحلة II من النوم " يتحول نموذج EEG الى حالة غير منتظمة و تظهر مغازل النوم (Sleep Spindles). (بمعنى حدوث موجات قصيرة من ذوي الجهد العالي على حزمة الترددات ١٤-١٢ هرتز بشكل فجائي) و الاثارةArousal تزيد المشكلة ". (Marieb,1995:492)

ان تعليم خفض تردد١٥-١٢ هرتز ممكن عندما تظهر الاطوال الموجية العالية بشكل غير طبيعي وقد اظهر بحث علمي تحقيقي ان ٥٦% من المراجعين المصابين ب ADHD (اضطراب فرط النشاط ونقص الانتباه) لديهم SMR عالي . (Gurnee,2003)

من جهة اخرى المراجعين الذين لديهم SMR اقل من الطبيعي يفيدهم التدريب على زيادة SMR في مركز الدماغ[٦] (Demos, 2014: 162)

بيتا العالية 20-32 High Beta هرتز

ان الاداء الامثل لبيتا العالية يترافق مع المعالجة المعرفية والقلق والتوتر والتفكير الزائد والاجترار الذهني والوسواس القهري وادمان الكحول والارق، بيتا العالية عادة يتم التحكم بها خلال التدريب ونادرا ما يتم مكافأتها(تعزيزها). ان بيتا العالية بدرجة ٣٢-٢٠ هرتز ممكن ان تكون دلالة على بعض الاضطرابات او تكون مؤشر على محاولة الدماغ للتعويض عن نشاط لموجة ثيتا عالي. وان التدريب على خفض ثيتا ممكن ان يكون مهماً بقدر اهمية خفض بيتا العالية. عندما يتم تنفيذ البروتوكول SMR/Beta عادة يتم التحكم ببيتا العالية والموجات البطيئة في نفس الوقت ويتم تقوية الموجة الحادة. يعتبر التدريب على خفض بيتا الواسعة الانتشار والعالية (٣٢-١٣ هرتز) مشكلة بحد ذاتها. واحياناً ممكن ان تنتظم عتبات التحكم ب طيف ٣٢-١٣ هرتز من دون اي تقوية.. ان التدريب لمدة خمس الى سبعة دقائق قد يحسن التعلم اذ يتم التوقف عن التدريب لعدة دقائق لان قدرة بعض المراجعين لمهارة هذا النوع من التعلم محدود . يكون انتباه هؤلاء الافراد الى اقل المثيرات وجهازهم السمبثاوي في حالة من اليقظة المفرطة. وافضل اوقات النجاح تكون بعد التدريب على التنفس البطني، وان اضافة تعزيز اخر مثل تقوية الفا لكبح بيتا وفي هذه الحالة يجب تحديد التدريب في المناطق المركزية والخلفية ومناطق نصف الكرة الايمن. وان زيادة الفا في نصف الكرة الايسر خاصة في المناطق الامامية قليل التطبيق بسبب ارتباطها بالاكتئاب. ويوجد خيار آخر هو ان يتم الغاء تثبيط بيتا والتدريب على زيادة الفا ويتم ذلك في المناطق

[٦] بدقة على المناطق C4 و Cz

الخلفية لوحدها[٧].. يجب اختيار البروتوكولات على اساس بيانات EEG فعلى سبيل المثال اذا كانت الفا في نصف الكرة الايسر اصغر من الفا في نصف الكرة الايمن اذاً يجب زيادة الفا في نصف الكرة الايمن. (Demos, 2014: 165-166)

كاما (٤٠- او ٤٢-٣٨ هرتز)

ان ٤٠ هرتز هو جزء من عُرض حزمة كاما حيث يتم رؤية زيادة نشاط ٤٠ هرتز عند الاطفال والبالغين اثناء القيام بمهمة حل مسألة معينة. عادة ما تكون اضطرابات التعلم او النواقص النفسية مرافقة لفقدان موجة كاما . ان ايقاع ٤٠ هرتز موجود في نقاط محددة في انحاء الدماغ .ان موجة كاما تساعد تنظيم الدماغ على زيادة التعلم والذكاء. عندما يجب على الدماغ ان ينشط تكون هذه الموجة فعالة، عندما لا يوجود امر بتنفيذ مهمة خاصة فان موجة كاما تكون غير فعالة (Hammond,2000:95-100).

اذا قُدم للمتدرب مجموعة من التحديات المعرفية فان موجة كاما تتنشط، هذا ما يحدث حين يتم التدريب على التنسيق ذو القناتين في نقاط C3 و C4 ضمن طيف ٤٢-٣٨ وهذا البروتوكول يمكن ان يفيد المراجعين الذين يعانون من مشكلة في تنظيم وتنفيذ المعلومات او لديهم اضطرابات التعلم. (Demos, 2014: 166)

قدم كل من جون ستون و جانكلمن Johnstone and Gunkelman عام ٢٠٠٣ اول "قاعدة بيانات الدماغ الدولية الموحدة " Standardized International Brain Database احدى جوانب قاعدة البيانات هذه موضح كما يلي :-

واحدة من اساليب التحليل الجديدة المثيرة للاهتمام هي النشاط ذو ٤٠ هرتز (تناسق كاما). وان تناسق كاما مرتبط مع المعالجة المعرفية في كل المناطق السطحية للدماغ ويمكن مشاهدتها في الاقطاب الكهربائية المنفصلة في EEG (على سبيل المثال بين نصفي كرة الدماغ). لذلك يمكن ملاحظتها كآلية مهمة من اجل اعادة تنظيم مختلف مناطق الدماغ. (Johnstone & Gunkelman,2003:46)

أنواع التغذية الراجعة العصبية من حيث الوظيفة

هنالك ٧ أنواع من التغذية الراجعة العصبية لعلاج الاضطرابات المختلفة:

١- التغذية الراجعة العصبية الأكثر استعمالاً هي التغذية الراجعة العصبية التردد/ القوة، تتضمن هذه التقنية عادة استعمال أقطاب سطحية (٢ إلى ٤) تسمى أحياناً (التغذية الراجعة العصبية السطحية)، تستعمل لتغيير سعة أو سرعة موجات دماغية معينة في مواقع معينة من الدماغ لعلاج اضطراب نقص الانتباه وفرط الحركة والقلق والأرق.

[٧] على سبيل المثال التدريب على التناسق ذو القناتين في O1 و O2 او زيادة الفا ذو القناة الواحدة في المنطقة الخلفية ممكن ان يبعث الهدوء للمتدرب.

٢- تعمل التغذية الراجعة العصبية القشرية البطيئة على تحسين اتجاه الإمكانات القشرية البطيئة لعلاج اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه والصرع والصداع (Christiansen et al. 2014). يوفر نظام التغذية الراجعة العصبية منخفضة الطاقة إشارة كهرومغناطيسية ضعيفة لتغيير موجات المخ لدى المريض وهو مسترخي مع عيون مغلقة، تم استعمال هذا النوع من التغذية الراجعة العصبية لعلاج إصابة الدماغ ، اضطراب نقص الانتباه وفرط الحركة، الأرق، الألم العضلي الليفي، متلازمة تململ الساقين (الساق المضطربة)، القلق، الاكتئاب، والغضب (Zandi-Mehran et al,2014: 1)

٣- توفر بيانات التغذية الراجعة العصبية ردود أو ملاحظات حول تدفق الدم إلى الدماغcerebral blood flow لعلاج الصداع النصفي.

٤- تستعمل التغذية الراجعة العصبية لعلاج الأرق، وتقدم مقارنة مستمرة لتغيرات النشاط الكهربائي في الدماغ بقاعدة بيانات منهجية لتوفير تغذية راجعة مستمرة.

٥- يتضمن التصوير المقطعي الكهرومغناطيسي منخفض الدقة Low-resolution electromagnetic tomography involves) استعمال (١٩) قطباً لمراقبة الحالة، والطاقة، والتماسك، كما يتم استعمال تقنية التغذية الراجعة العصبية لعلاج الإدمان والاكتئاب والوسواس القهري.

٦- التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي Functional magnetic resonance imaging (fMRI) هو أحدث أنواع التغذية الراجعة العصبية لتنظيم نشاط المخ بناءً على التغذية الراجعة للنشاط من المناطق القشرية العميقة في المخ (Congedo et al, 2004: 387).

بروتوكولات العلاج المختلفة

١- بروتوكول ألفا

عادة ما ترتبط موجة ألفا في الدماغ بالاسترخاء، يوصف مزاج ألفا بأنه هادئ وممتع، تصف جميع ترددات ألفا النشاط الإبداعي للدماغ، بحيث يتم استعماله في عملية الاسترخاء (استرخاء العضلات)، مما يؤدي في النهاية إلى النوم، تشير الأدلة إلى أن موجات ألفا تزداد أثناء التأمل. يستعمل تدريب ألفا عادة لعلاج أمراض مختلفة مثل تخفيف الآلام (عن طريق محاكاة ٩ هرتز)، والحد من التوتر والقلق، وتحسين الذاكرة، والأداء العقلي، وعلاج إصابات الدماغ، وقد أجريت دراسات مختلفة على بروتوكول ألفا، النطاق الترددي الأكثر شيوعاً لعلاج ألفا هو نطاق التردد من (٧ إلى ١٠) هرتز، والذي يستعمل للتأمل والنوم وتقليل

التوتر والقلق، أيضاً تردد ١٠ هرتز يسبب استرخاء العضلات العميق، والحد من الألم، وتنظيم معدل التنفس، وانخفاض معدل ضربات القلب(Marzbani et al, 2016: 148)

٢- بروتوكول بيتا

يُعد نشاط بيتا مؤشراً جيداً للأداء العقلي ونشاط بيتا غير المناسب يمثل الاضطرابات العقلية والجسدية مثل الاكتئاب، اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه، والأرق، ترتبط موجات بيتا الدماغية بالتحكم بالوعي conscious precision، والتركيز القوي، والقدرة على حل المشكلات، أيضاً الأدوية التي تستعمل لتحفيز التنبيه alertness والتركيز مثل ريتالين وأديرال تتسبب أيضاً في إنتاج موجات بيتا دماغية، كما يستعمل برتكول بيتا لتحسين التركيز والانتباه، وتحسين قدرة القراءة وإدخال تغييرات إيجابية في الأداء المدرسي، كما أنه يحسن الأداء الحسابي، والعمليات المعرفية، والحد من المخاوف، والتفكير الزائد over-thinking، والوسواس القهري (OCD)، وإدمان الكحول، والأرق، وفي الوقت نفسه، يعمل هذا النوع من التغذية الراجعة العصبية على تحسين الأداء المعرفي للنوم وتقليل التعب والإجهاد، كما تقلل موجات بيتا في نطاق ١٢-١٥ هرتز (SMR) من القلق والصرع والغضب والإجهاد (Egner & Gruzelier, 2004: 1).

٣- بروتوكول ألفا / ثيتا

ألفا / ثيتا هو مؤشر بين اليقظة والنوم، تدريب ألفا / ثيتا هو واحد من أكثر تدريبات التغذية الراجعة العصبية شيوعاً لتخفيف التوتر، أيضاً، يستعمل هذا العلاج لمستويات عميقة من الاكتئاب والإدمان والقلق في حين أنه يزيد من الإبداع، والاسترخاء، والأداء الموسيقي، ويعزز الشفاء من ردود فعل الصدمة، توجد الأقطاب الكهربائية عادة في مناطق محددة[٨] ، ومدى تردد ألفا / ثيتا هو (٧-٨.٥ هرتز) مع القيمة النموذجية (٧.٨ هرتز)، يتم العلاج في حالة عيون مغلقة تزيد من نسبة ثيتا إلى موجات ألفا باستعمال التغذية الراجعة السمعية (Gruzelier, 2009: 101).

٤- بروتوكول دلتا

موجات دلتا هي أبطأ موجات في الدماغ ، والتي ترتبط مع المراحل ٣ و ٤ من النوم، إذ أنها تمثل زيادة الراحة، وتقليل الألم، والنوم، وبالتالي، فهي تستخدم لتخفيف الصداع، وإصابات الدماغ ، واضطرابات التعلم، وعلاج تقلص العضلات الحاد والشديد، كما أنها تقلل من المخاوف وتحسن النوم(Vernon, 2005: 359).

[٨] (O1 و O2 و CZ و PZ).

٥- بروتوكول كاما

تتميز موجات كاما بأعلى تردد وترتبط بالمعالجة المعرفية والذاكرة، وبالتالي، عندما تكون هذه الموجات أسرع، تكون سرعة استدعاء الذاكرة أسرع، موجات كاما هي إيقاعات سريعة مسؤولة عن الروابط العصبية للمخ ونقل البيانات إلى العالم الخارجي، تتم ملاحظتها بشكل رئيسي في الحصين hippocampus (منطقة من الدماغ مسؤولة عن تحويل الذاكرة قصيرة المدى إلى الذاكرة طويلة المدى)، لوحظت أيضاً هذه الإيقاعات السريعة في هجمات مفاجئة مثل النوبات والتشنج، وبالتالي يتم استعمال تدريب كاما لتعزيز الإدراك، نشاط الدماغ، ومهام حل المشكلات، إنه لا يحسن فقط العمليات الحسابية الضعيفة poor calculation، ولكنه ينظم المخ أيضاً، ويحسن سرعة معالجة المعلومات، والذاكرة قصيرة المدى، ويقلل من عدد نوبات الصداع النصفي(Staufenbiel et al, 2014: 1)

٦- بروتوكول ثيتا

ترتبط موجات ثيتا بعدد من أنشطة الدماغ مثل الذاكرة، والانفعال، والإبداع، والنوم، والتأمل، والتنويم hypnosis، ترتبط هذه الموجات أيضاً بالمرحلة الأولى من النوم عندما يكون النوم خفيفا ويستيقظ الفرد بسهولة، يقلل علاج ثيتا من القلق والاكتئاب والأحلام اليقظة والتشتت والاضطرابات الانفعالية وفرط الحركة ونقص الانتباه(Marzbani et al،2016 .. ،p.149).

- **التطبيقات السريرية للتدريب على التغذية الراجعة العصبية في علاج الأمراض والاضطرابات**

أن سلوك الفرد المعادي للمجتمع له تأثير غير مرغوب فيه على المجتمع، ففي السنوات الأخيرة ومع التقدم في علم الدماغ، أصبح يعزى سبب وظيفة الدماغ غير الطبيعية والأمراض العقلية إلى انخفاض نشاط الفص الأمامي للدماغ الذي يظهر في أنواع مختلفة من الأضرار النفسية، تم استعمال التدريب على التغذية الراجعة العصبية على نطاق واسع في علاج العديد من الأمراض والاضطرابات الاتية:

- **فرط الحركة ونقص الانتباه (ADHD)**

تشير الأدلة إلى أن خلل الفص الأمامي الأيمن هو سبب اضطراب فرط الحركة نقص الانتباه (ADHD)، الأعراض الناتجة هي عدم الانتباه، التشتت، فرط النشاط، الاندفاع، وان علاج التغذية الراجعة العصبية هو طريقة إعادة تأهيل المريض من اجل علاجه، هدفها هو جعل السلوك طبيعياً دون الاعتماد على الأدوية أو العلاج السلوكي، لفترة طويلة تم استعمال أدوية مثل (ريتالين Ritalin ، وكونسرتا Concerta ، وديكسيدرينDexedrine and) لعلاج اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه، ولكن أظهرت الأبحاث الحديثة أن هذه الأدوية

لا تمتلك أي تأثير على العلاج السريري للاضطراب ADHD على بعض الأطفال، أيضاً هذه الأدوية لها آثار جانبية مثل القلق والتهيج وآلام البطن وانخفاض الشهية والأرق والصداع. ومع ذلك ، يرتبط استعمال التغذية الراجعة العصبية بتحسنهم على المدى الطويل، أظهرت الدراسات أن الأشخاص الذين يعانون من اضطراب ADHD لديهم نشاط الموجات الدماغية أبطأ (ثيتا) ونشاط بيتا أقل مقارنةً بالأشخاص الطبيعيين.

في علاج ADHD، الهدف هو تقليل نشاط الدماغ في ثيتا وزيادة نشاطه في بيتا (أو تقليل نسبة ثيتا / بيتا) في قمة الرأس (القطب)، هذا العلاج فعال في الحد من فرط النشاط، وزيادة التركيز والدرجات، وموافقة الوالدين من سلوك الأطفال؛ وتحسين مؤشرات الانتباه المستمر، يعد بروتوكول ثيتا / بيتا ومنطقة تحديد موقع القطب EEG أكثر استراتيجيات التغذية الراجعة العصبية شيوعاً في علاج اضطراب فرط الحركة ونقص الانتباه(Yan et al, 2008: 167).

- **الفصام (الشيزوفرينيا)**

يُعرف مرض الفصام بأنه أكثر الأمراض العقلية التي لا يمكن تحملها، يعاني المصابون بالفصام من الوهم بالاضطرابات السمعية والأرق والعضلات غير المرنة والارتباك والهذيان والاكتئاب، استناداً إلى العديد من الأبحاث حول علاج مرض انفصام الشخصية ومخزون الشخصية متعدد المراحل في مينيسوتا (MMPI) واختبار متغيرات الانتباه (TOVA)، يتم التعبير عن التأثير الإيجابي لتدريب التغذية الراجعة العصبية على علاج هذا المرض بطريقة تجعل الشخص المصاب بالفصام قادر على ضبط نشاطه العقلي على ترددات محددة(Surmeli et al, 2012: 133.).

- **الأرق**

الأرق هو المعروف بالاضطراب السائد epidemic، التغيير الأول الذي لوحظ في المرضى الذين يتم علاجهم بالتدريب على الملاحظات العصبية هو التغيير والتحسن في نمط نومهم، وبالتالي، يتم استعمال تدريب التغذية الراجعة العصبية في علاج اضطرابات النوم، على سبيل المثال، يتم استعمال العملية التالية لتحسين النوم، يتم وضع قطب كهربائي واحد ويتم العلاج لمدة ٣٠ دقيقة على تردد (١٥–١٨ هرتز)، تعمل هذه الطريقة على جعل حالة اليقظة والتنبيه والنشاط ومساعدة الأشخاص في الاستيقاظ بشكل أسرع، تتم معالجة الهدوء على ترددات تتراوح بين (١٢–١٥ هرتز)، ويساعد استعمال التغذية الراجعة العصبية الأشخاص الذين يستغرقون عادة حوالي ساعة من أجل تجهيز جسدهم ودماغهم للنوم، والذهاب إلى النوم بشكل أسرع (Hammer et al, 2011: 251).

- **صعوبات التعلم وعسر القراءة وخلل القراءة**

أحدثت التغذية الراجعة العصبية تغييراً كبيراً في علاج هذه الاضطرابات، هذه الاضطرابات أكثر شيوعاً في سن المدرسة، والمرضى الذين يعانون من عسر القراءة يعانون من مشكلة في قراءة وتهجئة الأحرف، الأشخاص الذين يعانون من عسر القراءة، غير قادرين على فهم وحل مشاكل العمليات الحسابية، يتم علاج هذه الاضطرابات بزيادة نشاط موجة ألفا باستعمال التغذية الراجعة العصبية(Breteler et al, 2010; 5).

- **إدمان المخدرات**

أظهرت الدراسات أن التدريب على طريقة التغذية الراجعة العصبية جيدة للتخلص من إدمان المخدرات، في حين أن الاستعمال طويل الأمد للعقار له تأثير عميق على التخطيط الدماغي للفرد، يمكن الحد من الميل والرغبة للأدوية من خلال التغذية الراجعة العصبية لدى المرضى المدمنين على الكوكايين كما يمكن أيضاً استعمال هذا العلاج لعلاج إدمان الكحول وإدمان ألعاب الكمبيوتر(Horrell et al, 2010: 195).

- **تعزيز أداء الرياضيين والفنانين والجراحين**

أظهرت الدراسات أن الرياضيين المحترفين لديهم أنماط مختلفة من نشاط الدماغ مقارنة بأنماط المبتدئين، أن تنظيم حالة (EEG) قبل وأثناء الأداء يوفر الأساس المنطقي(مبررات) rationale لاستعمال تدريب التغذية الراجعة العصبية لإنشاء أو محاكاة هذه الأنماط وتحسين أداء الأفراد غير المحترفين في الواقع، فإن الهدف من التغذية الراجعة العصبية لدى الرياضيين هو تحسين القدرة الذاتية للرياضي والتنظيم الذاتي، وثقتهم، والأداء اللاحق في المسابقات المهمة (Vernon, 2005: 352).

- **اضطراب طيف التوحد**

(ASD) هو اضطراب عقلي يتطور مع وجود تحديات تبقى في مرحلة البلوغ. يواجه الأطفال المصابون بالتوحد صعوبة في وظائف مثل التفاعل الاجتماعي والتواصل اللفظي وغير اللفظي والسلوك والاهتمامات. قد يرتبط ASD بالمشاكل الانفعالية أو التخلف العقلي أو اضطرابات التشنج seizure disorders، قد يكون لدى هؤلاء الأطفال أيضاً حساسية شديدة للأصوات والروائح، أيضاً، قد يظهر الأطفال الذين يعانون من مرض التوحد سلوكيات خاصة بهم، وتشنج وهوس، وترابط اجتماعي ضعيف، كما ان أحد الأعراض الأساسية لـ ASD هو ضعف نوعي في التفاعلات الاجتماعية المتعلقة بالمصالح المتبادلة، وفهم نوايا الآخرين، والتعاطف، والمعاملة الانفعالية، تتوافق حالات العجز المتعاطفة مع مشاكل التواصل المتبادل، وصعوبة التنبؤ بأفكار ومشاعر الآخرين، وتفسير المشاعر المجردة للآخرين، وظهور الحساسية الاجتماعية، غالباً ما يُنظر إلى الأفراد المصابين بالتوحد على

اهتمام بتفاصيل النظام ومتابعة مهنهم في مجالات الهندسة أو الإنشاء أو الساعات أو الآلات أو الألغاز أو أجهزة الكمبيوتر، والتي غالباً ما تكون اهتمامات مُلحة في التوحد. هناك العديد من أدوات التشخيص المصممة لإظهار التشوهات في وظائف المخ للتوحد هي:

(١) نشاط بيتا عالي يتعلق بالقلق.

(٢) ارتفاع نشاط دلتا / ثيتا المقابلة للقشرة البطيئة، وقلة الانتباه، والاندفاع وفرط النشاط.

و(٣) نشاط EEG / نوبة غير طبيعية.

يعد أرتفاع بيتا أكثر الأنواع شيوعاً بين الأطفال المصابين بالتوحد (ما يقارب من ٥٠ إلى ٦٠٪ من الأفراد المصابين)، الهدف من التغذية الراجعة العصبية لدى الأطفال المصابين بالتوحد هو منع نسبة ثيتا– ألفا مع تعزيز موجة بيتا(Marzbani et al.، 2016، p. 151).

الصرع

في حوالي ثلث المرضى الذين يعانون من الصرع يكون العلاج الطبي غير فعال، وقد تبين أن التدريب على التغذية الراجعة العصبية هو علاج بديل جيد لهؤلاء المرضى، كما ركزت الأبحاث على زيادة SMR (١٢–١٥ هرتز) والتقليل المتزامن أو غير المتزامن للإيقاعات البطيئة (٤–٧ هرتز) لتشخيص هذا الاضطراب، كما أن مراقبة موجة كاما منخفضة السعة بعد الجراحة تعد علامة جيدة على تحسين الصرع، أشارت نتائج الدراسات التي أجريت على علاج الصرع عن طريق التغذية الراجعة العصبية إلى أن العلاج المستمر SMR يقلل من معدل النوبات في الصرع الشديد وغير المنضبط(Walker،2011 ، p. 59).

الاكتئاب

يرتبط الاكتئاب بفرط الأيض في القشرة الأمامية، والقشرة الصدغية الأمامية، واللوزة، والعقد القاعدية، والمهاد(الثلاموس)، إلى جانب النتائج الفسيولوجية الكهربائية الأمامية في الاكتئاب، يبدو أن هناك علاقة عكسية بين عدم تماثل ألفا الجبهي وعدم تماثل الفا الجداريfrontal alpha asymmetry and parietal asymmetries.، وبشكل أكثر تحديداً، يبدو أن المرضى الذين يعانون من الاكتئاب والذين لا يعانون من قلق كبير، قد قللوا من تنشيط الجداري الأيمن (موجة ألفا في P4)، يستعمل التدريب على التغذية الراجعة العصبية لزيادة ألفا وثيتا، بينما يحول دون ترددات بيتا الأسرعfaster، وينتج تحسينات كبيرة في الاكتئاب(Budzynski, 2009: 295).

القلق

في الطب السريري، يتم تعريف القلق جزئيًا على الأقل بمستوى عالٍ من التوتر العضلي، اكتشف الباحثون أن انخفاض مستويات تخطيط كهربائية القلب بواسطة EMG التغذية الراجعة البيولوجية يمكن أن تخفف من كل من أنماط القلق العام والمحدد، كان من المعتقد أن يحول القلق دون موجات ألفا، لذلك فإن تدريب ألفا سيخفف من القلق(Marzbani et al, 2016: 153).

إدارة الألم

يُعد الألم من الأعراض المرتبطة بالضرر الجسدي، ويبدو أنه يحتوي على عنصر موضوعي مرتبط بالإحساس، تقترح منهجية التغذية الراجعة العصبية أنه من خلال تعلم التنظيم الذاتي، يمكن للمريض أن يقلل أو حتى يزيل الإحساس بالألم، تشير الدراسات إلى أن الدماغ يغير تنظيمه الوظيفي على مستوى القشرة الحسية الجسدية لدى مرضى الألم المزمن، يوصي الباحثون باستعمال التغذية الراجعة البيولوجية والتغذية الراجعة العصبية لإدارة الألم، تم تصميم بروتوكولات التغذية الراجعة البيولوجية لمعالجة درجة الحرارة، تقلب معدل ضربات القلب، وتوتر العضلات بينما تؤثر التغذية الراجعة العصبية بشكل مباشر على معالجة إدراك الألم.(Ibric & Dragomirescu, 2009: 417).

استعمالات أخرى للتغذية الراجعة العصبية

تشمل التطبيقات الأخرى للتغذية الراجعة العصبية التعافي من مشاكل الاصابة بالسكتة الدماغية، وتحسين الذاكرة عن طريق زيادة نشاط موجة ألفا (Escolano, Aguilar, & Minguez, 2011); (Klimesch, 1999)و (Vernon, 2005; Wenya et al., 2012)وعلاج الصداع والصداع النصفي(Walker, 2011)، والتشوش، ومشاكل الانتباه، والانسحاب (Escolano, Aguilar, & Minguez, 2011) و (Gnecchi, Herrera Garcia, & de Dios Ortiz Alvarado, 2007)، وتحسين الصحة (Escolano, Olivan, Lopez-del-Hoyo, Garcia-Campayo, & Minguez, 2012)، وعلاج الأمراض العقلية (Heinric, evensleben, & Strehl, 2007) ، واضطرابات الأكل (Bartholdy, Musiat, Campbell, & Schmidt, 2013)، ومرض باركنسون (Rossi-Izquierdo et al, 2013) ، متلازمة تململ الساقين , (Hurt, Arnold, & Lofthouse, 2014) اضطراب الوسواس القهري(Sürmeli & Ertem, 2011)، الوسواس (Markovska-Simoska, Pop-Jordanova, & Georgiev, 2008);وفي الوقت نفسه، يستعمل الفنانون والجراحون التغذية الراجعة العصبية لتحسين الأداء الموسيقى ,(Markovska-Simoska et al., 2008)والعمليات الجراحية المجهرية.(Ros et al., 2009) كما إن التغذية الراجعة البيولوجية / (Alpha-EEG

(Budzynski, 2009b); قادرة على زيادة التنظيم الذاتي الطوعي وجودة الأداء الموسيقي (EMG

(Markovska−Simoska et al, 2008). (Marzbani et al., 2016, p. 153)

References:

1. Angelakis, E. Lubar, J. F., Frederick, J.& Stathopoulou, S.(2001). The role of slow-wave EEG activity in reading. *Journal of Neurotherapy*, 5, 5-25.
2. Bartholdy, S., Musiat, P., Campbell, I. C., & Schmidt, U. (2013). The potential of neurofeedback in the treatment of Eating Disorders: A Review of the Literature. European Eating Disorders Review, 21(6), 456-463 .
3. Blume, W.T,& Kaibara,M. (1995). Atlas of adult electroencepbalography. New York:Raven press
4. Breteler, M. H., Arns, M., Peters, S., Giepmans, I., & Verhoeven, L. (2010). Improvements in spelling after QEEG-based neurofeedback in dyslexia: a randomized controlled treatment study. Applied Psychophysiol Biofeedback, 35(1), 5-11 .
5. Budzynski, T. (2009a). Introduction to quantitative EEG and neuro-feedback: Advanced theory and applications (2nd ed.). Amsterdam, Elsevier: Academic Press.
6. Budzynski,T.H.(1999).From EEG to neurofeedback. In J Evans & A.Arbarbanel(Eds), Introduction to quantitive EEG and neurofeedback (pp,65-79). San Diego, CA:Academic Press.
7. Christiansen, H., Reh, V., Schmidt, M. H., & Rief, W. (2014). Slow cortical potential neurofeedback and self-management training in outpatient care for children with ADHD: Study protocol and first preliminary results of a randomized controlled trial. Frontiers Human Neuroscience, 8(943), 1-15
8. Congedo, M., Lubar, J., Joffe, D. (2004). Low-Resolution Electromagnetic Tomography Neurofeedback. IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 12 (4), 387-97 .
9. Demos JN. (2014), Getting started with neurofeedback. Translated by Azarangi D, Rahmanian m, Danjeh. org. Tehran.
10. Dempster, T. (2012). An investigation into the optimum training paradigm for alpha electroencephalographic Edmonton, AB:Comptronic Devices Limited.
11. Egner, T., & Gruzelier, J. H. (2004). EEG Biofeedback of low beta band components: frequency-specific effects on variables of attention and event - related brain potentials. Clinical Neurophysiology, 115(1), 131-139 .
12. Escolano, C., Aguilar, M., & Minguez, J. (2011). EEG-based up¬per alpha neurofeedback training improves working memory performance. International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2327-2330 .
13. Escolano, C., Olivan, B., Lopez-del - Hoyo, Y., Garcia - Campayo, J., & Minguez, J. (2012). Double-blind single-session neuro¬feedback training in upper-alpha for cognitive enhancement of healthy subjects. Conference Proceedings of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society,4643-4647.
14. Gnecchi 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. [CrossRef] [Google Scholar]
15. Gruzelier, J. (2009). A theory of alpha/theta neurofeedback, creative performance enhancement, long distance functional connectivity and psychological integration. Cognitive Processing, 10(1), 101-109.
16. Gunkelman JD, Johnstone J. (2005). Neurofeedback and the brain. Journal of Adult Development; 12(2): 93-8
17. Gurnee,R (2003). Central 12-15 Hz activity in ADHD, Paper presented at the conference of the international society for Neuronal Regulation, Honston, TX.
18. Hammer, B. U., Colbert, A. P., Brown, K. A., & Ilioi, E. C. (2011). Neurofeedback for insomnia: a pilot study of Z-score SMR and individualized protocols. Applied Psychophysiol Biofeedback, 36(4), 251-264

19. Hammond,D.C.(1999). Roshi compared with the Rosenfeld detression protocol: A Case report. Journal of Neurotherapy, 3(3-4),63
20. Hammond,D.C.(2000). The role of 40 Hz activity and training (question1). The journal of Neurotherapy,4(2),95-100.
21. 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 .
22. Horrell, T., El-Baz, A., Baruth, J., Tasman, A., Sokhadze, G., Stew¬art, C., et al. (2010). Neurofeedback Effects on Evoked and In¬duced EEG Gamma Band Reactivity to Drug-related Cues in Cocaine Addiction. Journal of Neurotherapy, 14(3), 195-216.
23. Hughes, J. R. (1994). EEG in clinical practice (2nd ed). Boston: Butterworth-Heinemann. Jasper, H. H., Solomon, C. (1938). Electroencephalographic analysis of behavior problems in children. American Journal of Psycbiatry, 95, 641-658.
24. Hurt E., Arnold L. E., Lofthouse N. (2014). Quantitative EEG Neurofeedback for the Treatment of Pediatric Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder, Autism Spectrum Disorders, Learning Disorders, and Epilepsy. Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America, 23(3), 465– 486. [PubMed] [Google Scholar]
25. Ibric, V. L., & Dragomirescu, L. G. (2009). Neurofeedback in pain management. Department of Ecology, University of Bucharest , Romania.
26. Johnstone, J., & Gunkelman, J. (2003). Use of databases in QEEG evaluation. Journal of Neurotherby,7(3-4), 31-52.
27. Klimesch, W., 1999. EEG alpha and theta oscilliations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. Brain Res. Rev. 29, 169–195
28. Lubar , J. F., & Lubar J. O. (2002). Workshop at the meeting of the Future Health Winter Brain Conference, Miami, FL.
29. Marieb,E.N.(1995).Human anatomy and physiology (3rd ed.) Redwood city: CABEN. Jamin/ cumming.
30. Markovska-Simoska, S., Pop-Jordanova, N., & Georgiev, D. (2008). Simultaneous EEG and EMG biofeedback for peak performance in musicians. Prilozi, 29(1), 239-252 .
31. Marzbani, H., Marateb, H. R., Mansourian, M. (2016). Neurofeedback: A Comprehensive Review on System Design, Methodology and Clinical Applications. Journal of Basic Clin Neurosci, 7(2), 143–158.
32. McKnight, J. T., & Fehmi, L. G. (2001). Attention and neurofeedback synchrony training: clinical results and their significance. Journal of Neurotherapy, 5(1-2), 45-61.
33. Othmers,S.Othmer,S.F.,& Kaiser,D.A.(1991).EEG biofeedback: an emerging model for its global efficacy, In J.R. Evans & A.Arbarbanel (Eds.), Introduction to quantitative EEG and and neurofeedback (pp.243-310): san Diego, CA :Academic press
34. Peniston,E.G.,& Kulkosky, P.J.(1991).Alpha- theta brain wave neuro-feedback for Vietnam Veterans with combat-related post-traumatic stress disorder. Medical Psychotherapy,1-14.
35. Robbins,J.(2000a). Asymbony in the brain. New York: Atlantic Monthly press.
36. Ros, T., Moseley, M. J., Bloom, P. A., Benjamin, L., Parkinson, L. A., & Gruzelier, J. H. (2009). Optimizing microsurgical skills with EEG neurofeedback. BMC Neuroscience, 10(1), 87 .
37. Rossi-Izquierdo, M., Ernst, A., Soto -Varela, A., Santos-Pérez, S., Faraldo - García, A., Sesar-Ignacio, Á., & Basta, D. (2013). Vi¬brotactile neurofeedback balance training in patients with Par¬kinson's disease: Reducing the number of falls. Gait & Posture, 37(2), 195-200 .
38. Rossiter, T. (2002). Neurofeedback for AD/HD: A ratio feedback case study and tutorial. Journal of Neurotherapy, 6(3), 9-35 .

39. Rowan,A.J.,& Tolunsky, E.(2003).Primer of EEG with amini-atlas.Boston: Butterworth. Heinemann
40. Scott,W.,Brod,T,M.,Siderof,S.,Kaiser,D.,&Sagan,M.(2002,May).Type-specitic EEG biofeedback improves residential Substance abuse treatment. Poster presentation at the meeting of the American Psychiatric Association, Philadephia.Also
41. Siever,D.(1999).the rediscovery of audio-visual entrainment technology (version 5.(
42. Siever,D.(2004).Applying andio-visual entrainment technology for attention and learning part III.Biofeedback.31(4),24-29.
43. Stampi,C.,Stone,P.,& Michimori,A.(1995).Anew quantitative method for assessing sleepiness;THE alpha attenuation test. Work stress,9,368-376.
44. Staufenbiel, S., Brouwer, A. M., Keizer, A., & Van Wouwe, N. (2014). Effect of beta and gamma neurofeedback on memory and- intelligence in the elderly. Biological Psychology, 95, 74-85 .
45. Striefel, S. (1999). Ethical, legal, and professional pitfalls associated with neurofeedback services. In J. R. Evans & A. Arbarbanel (Eds.), Introduction to quantitative EEG and neurofeedback (pp. 371-399). San Diego, CA: Academic press .
46. Surmeli, T., Ertem, A., Eralp, E., & Kos, I. H. (2012). Schizophrenia and the efficacy of qEEG-guided neurofeedback treatment: a clinical case series. Clinical EEG and Neuroscience, 43(2), 133-144 .
47. Thatcher,R.W.(1999).EEG Database-Guided Neurotherapy.IN J.R.Evans & A. Arbarbanel(Eds),Introduction to quantitative EEG and neurofeedback (pp.29-64).san Diego, Ca;ACADEMIC Press.
48. Vernon, D. J. (2005). Can neurofeedback training enhance per¬formance? An evaluation of the evidence with implications for future research. Applied Psychophysiol Biofeedback, 30(4), 347-364 .
49. Walker, J. E. (2011). QEEG-guided neurofeedback for recurrent migraine headaches. Clinical EEG and Neuroscience, 42(1), 59-61.
50. Wenya, N., Lanshin, C., Rodrigues, J. P., Feng, W., Peng Un, M., Pui-In, M., et al. (2012). Neurofeedback for the treatment of schizo¬phrenia: Case study. Paper presented at the Virtual Environ¬ments Human-Computer Interfaces and Measurement Systems (VECIMS), IEEE International Conference on, Tianjin, China .
51. Yan, N., Wang, J., Liu, M., Zong, L., Jiao, Y., & Yue, J., et al. (2008). Designing a Brain-computer Interface Device for Neurofeed¬back Using Virtual Environments. Medical and Biological Engi¬neering, 28(3), 167-172.
52. Zandi-Mehran, Y., Firoozabadi, M., & Rostami, R. (2014). Im¬provement of Neurofeedback Therapy for Improved At¬tention Through Facilitation of Brain Activity Using Lo¬cal Sinusoidal Extremely Low Frequency Magnetic Field Exposure. Clinical EEG and Neuroscience, 46(2),1-13