

GELOMBANG OTAK MANUSIA Istimewa

Gelombang otak mula dikaji pada tahun 1875 oleh Richard Caton, ahli sains British, yang berumur 33 tahun. Kajian penyelidikan gelombang otak ini hanya dilakukan terhadap haiwan. Pada tahun 1912, data gelombang otak haiwan berjaya divisualisasikan oleh Pravdich-Neminski, ahli fisiologi Rusia, dengan menggunakan elektroserebrogram.

Seiring dengan perkembangan teknologi, pada tahun 1924, Hans Berger, ahli psikiatri Jerman, melakukan penyelidikan gelombang otak pertama terhadap manusia. Beliau mencipta alat untuk merekodkan gelombang otak dengan menggunakan elektrod yang dilekatkan pada kulit kepala yang dikenali sebagai elektroensefalogram (EEG).

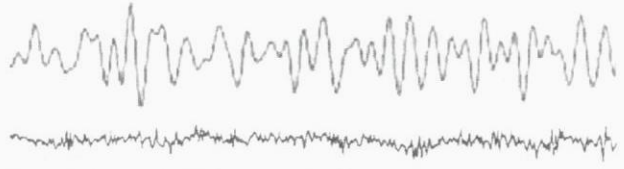
Gelombang otak pertama yang dikenal pasti olehnya ialah gelombang alfa, iaitu pada frekuensi 10 Hz. Yang seterusnya, beliau berjaya menemukan gelombang otak pada frekuensi antara 15 Hz – 20 Hz yang dikenali sebagai gelombang beta. Selepas penyelidikan ini, bermulalah evolusi penyelidikan dalam bidang neurologi.

Dalam kehidupan harian, manusia didedahkan dengan pelbagai jenis gelombang. Antaranya termasuklah gelombang radio, televisyen, radar, sonar dan seismik.

Otak manusia terdiri daripada beberapa bahagian utama, seperti serebrum, serebelum, sistem limbik dan stem otak. Otak terbentuk daripada berbilion-bilion sel otak yang dikenali sebagai neuron yang dapat membantu manusia untuk melaksanakan aktiviti harian. Neuron ini mempunyai cabang atau dendrit yang berfungsi untuk menghubungkan neuron. Tugas utama neuron adalah untuk menyampaikan maklumat dari otak ke bahagian tubuh badan yang lain, dan sebaliknya.

Setiap neuron saling berkomunikasi dengan cara memancarkan gelombang elektrik dengan menghantarkan voltan yang sangat kecil (millivolt, 10^{-3}). Gelombang elektrik yang dihasilkan oleh neuron inilah yang dikenali sebagai gelombang otak. Jika tidak lagi menghasilkan gelombang, otak dianggap tidak lagi berfungsi atau mati.

Gelombang otak yang dihasilkan oleh neuron dapat dikesan dan diukur dengan



Gelombang beta secara umum (atas) dan ketika seseorang itu dalam keadaan gembira (bawah).

menggunakan beberapa modaliti neuro. Gelombang elektrik yang dihasilkan daripada komunikasi antara neuron ini dikenali sebagai pola gelombang otak. Frekuensi gelombang otak ini diukur dalam unit *Hertz* (Hz) atau nombor kitaran gelombang setiap saat.

Di samping itu, gelombang otak boleh berubah berdasarkan situasi yang dilakukan oleh seseorang. Sebagai contohnya, gelombang otak orang yang jaga berbeza daripada gelombang otak orang yang tidur. Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh ahli sains neuron, ada lima pola gelombang otak manusia. Setiap pola membentuk keadaan mental yang berbeza-beza. Gelombang otak ini boleh dikategorikan sebagai gelombang gama, alfa, teta, dan delta.

Gelombang gama ialah frekuensi paling laju antara semua frekuensi, iaitu antara 30 Hz – 100 Hz. Gelombang gama muncul apabila seseorang itu berada dalam keadaan sedar yang sepenuhnya dan ketika melakukan aktiviti mental yang sangat tinggi. Sebagai contohnya, seseorang yang berada dalam pertandingan dan berucap di hadapan orang ramai, serta berada dalam keadaan panik, ketakutan dan gugup.

Frekuensi gelombang gama berada pada tahap maksimum (100 Hz) apabila seseorang itu berada dalam keadaan bimbang dan tertekan



Gelombang gama.

yang melampau. Apabila frekuensi gelombang gama berada pada tahap minimum, iaitu antara 30 Hz – 40 Hz, seseorang itu mungkin mengalami masalah gangguan mental, seperti gangguan kurang tumpuan/hiperaktif (ADHD), kemurungan dan masalah pembelajaran.

Gelombang beta ialah gelombang otak yang berfrekuensi antara frekuensi 13 Hz – 30 Hz. Gelombang otak ini terhasil ketika seseorang itu berada dalam keadaan sedar, seperti ketika berfikir, menulis, membaca, berinteraksi dan menjalani aktiviti harian. Oleh sebab itu, pada waktu ini, seseorang itu mengalami aktiviti mental secara sedar, normal, aktif dan penuh tumpuan.

Berbekalkan frekuensi gelombang beta yang betul, seseorang itu dapat fokus dan menyiapkan kerja harian dengan lebih mudah. Perkara yang boleh meningkatkan frekuensi gelombang beta ialah pengambilan kafein, seperti meminum kopi. Bagi penghidap penyakit ADHD dan kemurungan, gelombang betanya rendah.

Gelombang alfa ialah gelombang otak yang frekuensinya sedikit lebih perlahan berbanding dengan gelombang beta, iaitu antara 8 Hz – 12 Hz. Gelombang alfa berhubung dengan keadaan fikiran yang tenang dan santai. Gelombang alfa dihasilkan ketika seseorang itu berada dalam keadaan santai, beristirahat dengan kedua-dua mata mulai tertutup atau mulai mengantuk, dan dalam keadaan bawah sedar.

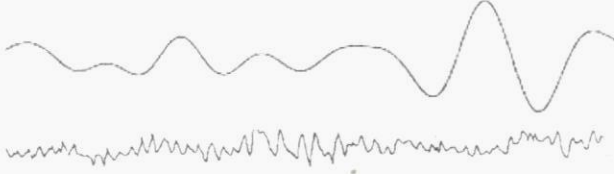
Health - General
Pg: 24 - 27

CTR NO: 0000275534
#EA 2018/A15.

Gelombang alfa juga ialah tahap awal bagi meditasi ringan. Seseorang itu tidak mampu mengingati saat terbangun daripada mimpi atau selepas meditasi, tanpa gelombang ini. Bagi meningkatkan frekuensi gelombang alfa, seseorang itu hanya perlu berada dalam keadaan santai dari segi mental dan fizikal sambil menutup mata.

Yang sebaliknya, frekuensi gelombang alfa menurun apabila seseorang itu berada dalam keadaan tertekan, kurang tidur atau tidak boleh tidur dan keclaruhan obsesif kompulsif (OCD). Banyak ahli sains neurologi berminat dengan gelombang ini untuk dijadikan sebagai kajian penyeldidkan.

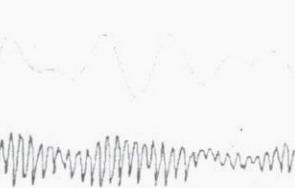
Frekuensi bagi gelombang teta adalah antara 4 Hz – 8 Hz yang dihasilkan oleh fikiran bawah sedar. Gelombang ini biasanya dihasilkan ketika seseorang itu berada dalam keadaan sangat mengantuk, tidak sedar atau tidur ringan. Gelombang ini mampu



Gelombang teta secara umum (atas) dan ketika seseorang itu dalam keadaan mengantuk (bawah).

dewasa, seseorang itu cenderung untuk kurang menghasilkan gelombang delta walaupun ketika tidur. Hal ini berlaku disebabkan oleh aktiviti yang dilakukan pada waktu siang.

Penghasilan gelombang delta juga dapat membantu seseorang itu untuk mengesan ancaman atau bahaya, seterusnya lebih berhati-hati. Penghasilan gelombang delta yang mencukupi ketika tidur mampu membantu seseorang itu untuk bangun



Gelombang alfa secara umum (atas) dan ketika seseorang itu dalam keadaan santai (bawah).

mengurangkan tekanan dan membantu seseorang untuk mengimbu memori lama. Selain itu, gelombang ini juga muncul ketika proses hipnosis dilakukan. Gelombang ini dominan bagi pesakit ADHD dan seseorang yang mengalami kemurungan.

Gelombang delta mempunyai frekuensi yang paling perlahan dan rendah, iaitu antara 1 Hz – 4 Hz. Frekuensi ini selalunya dikaitkan dengan keadaan tidur yang sangat nyenyak atau pesakit yang koma. Makin nyenyak tidurnya, makin kuat penghasilan gelombang ini. Selain itu, gelombang ini juga biasa ditemukan dalam gelombang otak kanak-kanak dan bayi. Apabila umur meningkat

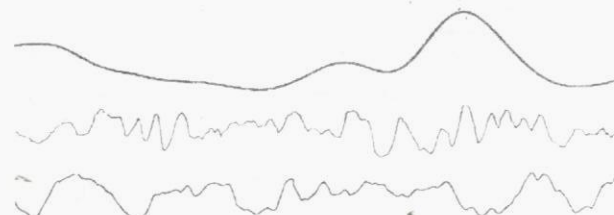
Gelombang delta secara umum (atas), serta ketika seseorang itu dalam keadaan tidur yang nyenyak (tengah) dan koma (bawah).

dan mengukur gelombang otak, iaitu elektroensefalograf (EEG) dan magnetoensefalografi (MEG).

EEG mengesan dan merekodkan aktiviti gelombang elektrik yang dihasilkan oleh otak dengan meletakkan elektrod pada kulit kepala. Elektrod yang dipasang dalam bentuk topi disambungkan dengan wayar ke komputer untuk merekodkan bacaan yang dicerap. Secara lazimnya, elektrod berbentuk cakera ini dihasilkan daripada logam.

EEG juga ialah singkatan bagi elektroensefalogram yang merujuk rakaman elektroensefalograf yang direkodkan. Gelombang yang dihasilkan adalah dalam bentuk garisan berombak ke atas dan ke bawah. Setiap garisan mewakili frekuensi yang berbeza-beza yang dikelaskan sebagai delta, teta, alfa dan beta, serta mempunyai ciri yang berbeza-beza untuk menunjukkan keadaan mental seseorang.

Gelombang otak yang direkodkan dapat membantu doktor dan ahli sains neuron untuk mengesan, sama ada gelombang yang dihasilkan, normal atau tidak. Sebarang ketidaknormalan yang dikesan berkemungkinan menjadi tanda bagi gangguan otak, seperti sawan.



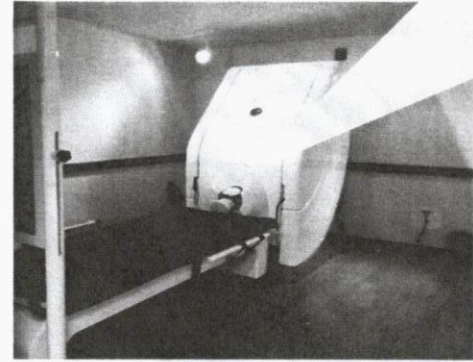
Selain itu, keradangan otak, tumor, masalah ingatan, nyanyuk, insomnia dan strok juga dapat dikesan. Bagi tujuan pembedahan otak, EEG digunakan untuk memantau dan menentukan kawasan otak yang terlibat sebelum bahagian ini dibedah. Hal ini dapat mengelakkan risiko kecederaan dan gangguan pada bahagian otak lain yang sihat.

EEG bekerja dengan cara mengesan gelombang aktiviti elektrik secara terus. MEG pula mengesan dan mentafsirkan medan magnet yang dicipta oleh aktiviti elektrik pada otak yang dihasilkan oleh neuron, seterusnya mengenal pasti aktiviti otak.

MEG dilengkapi peranti yang sangat sensitif yang dikenali sebagai inferens kuantum konduksi super (SQUIDS). Peranti ini mengesan medan magnet dengan cara melakukan pemetaan otak untuk mengesan neuron yang tidak lagi berfungsi di otak.

Oleh sebab MEG sangat sensitif terhadap logam dan gangguan magnetik, satu bilik khusus diperlukan untuk mengurangkan gangguan ini. Hal ini berbeza daripada EEG yang boleh dilakukan di mana-mana sahaja dan bebas daripada gangguan magnetik.

Pesakit juga diminta untuk tidak memakai sebarang jenis logam, seperti barang emas dan pakaian yang dihiasi logam, seperti zip. Pesakit yang



Mesin MEG mengesan dan mentafsirkan medan magnet yang dihasilkan melalui aktiviti yang berlaku pada otak.

mempunyai logam di dalam badan, seperti pendakap gigi dan implan besi, tidak digalakkan untuk menjalani pemeriksaan MEG. Hal ini dikatakan demikian kerana logam ini mengganggu bacaan yang direkodkan.

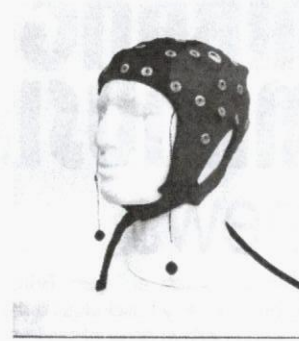
Sebelum pesakit memasuki bilik MEG, elektrod dipasang pada kepala dan dada, seperti topi EEG. Suatu alat yang dikenali sebagai pendigit digunakan untuk menentukan kedudukan sebenar elektrod yang akan

diletakkan. Pesakit berbaring di atas katil dan kepalanya dimasukkan ke dalam mesin MEG yang disambungkan dengan satu topi keledar. Topi keledar ini diletakkan di kepala pesakit sepanjang prosedur ini dilakukan.

Ketika pemeriksaan MEG dilakukan, petugas tidak menemani pesakit di dalam bilik MEG, sebaliknya pesakit perlu masuk secara berseorangan. Petugas memberikan arahan dari luar bilik MEG dengan menggunakan pembesar suara yang bersambung dengan bilik MEG.

Bagi mencari kawasan atau bahagian otak yang berfungsi, beberapa rangsangan dan simulasi diberikan kepada pesakit, seperti gerakan jari dan melihat gambar yang melibatkan emosi. Ada juga situasi apabila pesakit diminta untuk menekan butang sebagai tindak balas terhadap simulasi yang diberikan.

Proses merekodkan gelombang otak dengan menggunakan EEG dan MEG tidak menyebabkan sebarang kesakitan, risiko, bahaya atau kesan sampingan kepada manusia. Selain itu, proses ini sesuai dan selamat digunakan untuk kanak-kanak.



Topi EEG dipesang pada kepala pesakit sebelum pesakit memasuki bilik MEG.



Penulis Pegawai Penyelidik Pusat Perkhidmatan dan Penyelidikan Neurosains, Universiti Sains Malaysia (USM).

