

Poster 57667:

EEG-Leistungsbifurkation in der Übergangszone von Beta zu Gamma - von der Motorik zur Kognition - bei Alzheimer- und Long-COVID-Patienten im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen, aufgezeigt durch quantitative EEG-Zeitreihenanalyse von lateralen EEG-Daten

FRAGEN & ANTWORTEN

F: *Was ist der „Frontalassymmetrieindex“ (FAI) und für was wird er genutzt?*

A: Wenn wir die neuronalen Aktivitätsniveaus bei bestimmten Frequenzen an Elektrodenpositionen auf gegenüberliegenden Hemisphären des Gehirns messen, d. h. auf dem linken und dem rechten Teil der Kopfhaut, werden die resultierenden Leistungsspektren unterschiedlich sein, z. B. für Elektrode F3 im Vergleich zu Elektrode F4. Wenn die Leistung bei einer bestimmten Frequenz auf der rechten Seite (F4) höher ist als auf der linken Seite (F3), ergibt der Frontalassymmetrieindex (FAI) eine Zahl größer als 1, was bedeutet, dass eine höhere Aktivität in der rechten Hemisphäre vorhanden ist. Ist der FAI kleiner als 1, ist die Aktivität in der linken Hemisphäre höher. Daher ist der FAI ein Maß für die frontale Lateralisierung.

Der FAI kann zur Beurteilung des Motivationszustands des Patienten verwendet werden. Eine höhere Bandenergie in der linken Hemisphäre (d. h. $FAI < 1$) deutet auf positive Gefühle, Motivation und Freude hin, während eine höhere Bandenergie in der rechten Hemisphäre mit Angst oder Traurigkeit einhergeht.

F: *Was ist die Definition von „Long COVID“ bzw. „Post COVID Syndrom“?*

A: Long COVID oder Post-COVID-Syndrom sind Begriffe, die die Tatsache beschreiben, dass einige Patienten noch lange nach der anfänglichen Periode einer akuten COVID-Infektion an Symptomen leiden, die durch Fehlfunktionen verschiedener Organe verursacht werden. Zu den Symptomen können z. B. kognitive Störungen, motorische Beeinträchtigungen, extreme Müdigkeit und chronischer Husten gehören.

F: *Was ist „EEG-Spektralenergie“?*

A: Das Signal, das wir bei der Messung eines EEG erhalten, enthält eine Mischung aus langsameren und schnelleren Wellen, d. h. Wellen mit niedrigen und hohen Frequenzen von 0 bis etwa 100 Hz. Die EEG-Spektralenergie zeigt an, wie groß der Beitrag der einzelnen Frequenzen zum Gesamtsignal ist. Wenn zum Beispiel viele Wellen mit einer Frequenz von 10 Hz vorhanden sind, hat die EEG-Spektralenergie einen hohen Wert bei 10 Hz.

F: *Was sind „EEG-Beta-Band-Anomalien“?*

A: Das Beta-Band des EEG reicht von 13Hz-30Hz. Spektrale EEG-Leistungsspitzen bei bestimmten Frequenzen weisen auf eine höhere Aktivität in der Nähe dieser Frequenzen hin. Insbesondere Spitzen im Bereich von 19 bis 21 Hz werden als pathologisch angesehen und mit einer Verlangsamung der Bewegungen in Verbindung gebracht (Pogosyan et al, 2009). Darüber hinaus kann sogar eine Immunsuppression (Garza & Singer, 2020) hervorgerufen werden, wenn eine Neurostimulation mit 20 Hz durchgeführt wird. Da diese Spitzen bei gesunden Menschen nicht auftreten, nennen wir dies eine EEG-Beta-Band-Anomalie.

F: Was sind „EEG-Beta-Band-Bursts“?

A: Nach Tinkhauser et al. (2017 und weiteren Veröffentlichungen) ist das Auftreten von EEG-Beta-Band-Anomalien (z. B. bei 20 Hz) mit dem Auftreten von "Bursts", einer Art "EEG-Beta-Signalkomplexe" mit einer bestimmten Amplitude und Dauer, verbunden. Tinkhauser et al. (2020) und O'Keefe (2020) zeigten, dass Amplitude und Dauer von Beta-Bursts mit dem Schweregrad der Parkinson-Symptome korreliert sind. Ein kumulativer Effekt von Bursts bei bestimmten Beta-Frequenzen (Anomalien) führt zu den beobachteten Spitzen im Frequenzspektrum, die z. B. mit dem Auftreten von Tremor in Verbindung gebracht werden.

F: Was ist „sensorische Neuromodulation“?

A: „Die derzeitigen Formen der klinisch angewandten Neuromodulation, darunter Geräte wie (implantierte) Tiefenhirnstimulatoren (DBS) und verschiedene nicht-invasive Methoden wie die transkranielle Magnetstimulation (TMS) und transkranielle Strommethoden (tACS, tDCS), wurden ausführlich untersucht. Die potenzielle Stärke der Neuromodulation eines Sinnesorgans ist der Zugang zu denselben Signalwegen, die auch von natürlichen Umweltreizen genutzt werden, und, was besonders wichtig ist, das Modulationssignal wird auf seinem Weg durch das Gehirn umgewandelt, so dass der Modulationseingang mit der regionalen neuronalen Dynamik übereinstimmt... die sensorische Neuromodulation ist gut geeignet, um im Idealfall dysfunktionale Hirnoszillatoren zu reparieren und so einen breiten therapeutischen Ansatz für neurologische Erkrankungen zu bieten.“ (Zitat aus Black and Rogers: Sensory Neuromodulation, Frontiers in Systems Neuroscience, 2020)

F: Was bedeutet „sensorische 40Hz-Gamma-Neurostimulation“ bzw. „sensorisches 40Hz-Gamma-Neural-Entrainment“?

A: Die 40-Hz-Frequenz im unteren Gammabereich (> 30 Hz) scheint eine entscheidende Frequenz für kognitive Funktionen zu sein. Sie ist eine Art Referenzfrequenz, z. B. in Verbindung mit den Frequenzen des Theta-Bandes (4-8 Hz), die den Aufmerksamkeitsfokus oder das ultrakurze Arbeitsgedächtnis definieren. Bei Alzheimer-Patienten kommt es zu einer Verschiebung der EEG-Gamma-Leistung, entweder (meistens) zu Frequenzen <40Hz, in einigen Fällen aber auch zu Frequenzen >40Hz, was sich auf die Gedächtnisfunktion und die Aufmerksamkeitsfähigkeit auswirkt. Die "sensorische 40Hz-Gamma-Neurostimulation" bzw. das "sensorische 40Hz-Gamma-Neural-Entrainment" ist eine Methode, die zuerst von Iaccarino, Singer und Tsai (2016) an frühen Mausmodellen entwickelt wurde. Diese Methode wurde von denselben Forschern in mehreren weiteren klinischen Studien bei Alzheimer-Patienten angewandt. Die Neurostimulation erfolgt mit 40-Hz-Lichtblitzen und 40-Hz-Klickgeräuschen, die täglich für eine bestimmte Zeit bei den Patienten angewendet werden. Erste Ergebnisse dieser Studien wurden von Chan & Tsai (2021) und Singer & Lah (2021) veröffentlicht, die gute Verbesserungen des Gedächtnisses und des Schlafverhaltens, ein Aufhalten der Hirnatrophie, aber nur geringe Auswirkungen auf die Verringerung der Amyloid-Beta-Plaques und der p-Tau-Neurofibrillen zeigten. Die Schlussfolgerung war, dass eine viel längere Expositionszeit erforderlich ist, bis signifikante Ergebnisse bei der Verringerung von Amyloid-Beta und p-Tau beobachtet werden können.