

TESIS

EFEKTIVITAS *NEUROFEEDBACK TRAINING* TERHADAP PERBAIKAN FUNGSI KOGNITIF DAN GAMBARAN *QUANTITATIVE ELECTROENCEPHALOGRAPHY* PENDERITA GANGGUAN KOGNITIF PASCASTROKE



**YOHANES FEBRIANTO
04072782125001**

**PROGRAM STUDI DOKTER SPESIALIS NEUROLOGI
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SRIWIJAYA
RS MOHAMMAD HOESIN PALEMBANG
2025**

TESIS

**EFEKTIVITAS *NEUROFEEDBACK TRAINING* TERHADAP
PERBAIKAN FUNGSI KOGNITIF DAN GAMBARAN
QUANTITATIVE ELECTROENCEPHALOGRAPHY
PENDERITA GANGGUAN KOGNITIF PASCASTROKE**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Spesialis Neurologi (Sp.N)**



**YOHANES FEBRIANTO
04072782125001**

**PROGRAM STUDI DOKTER SPESIALIS NEUROLOGI
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SRIWIJAYA
RS MOHAMMAD HOESIN PALEMBANG
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

**EFEKTIVITAS *NEUROFEEDBACK TRAINING* TERHADAP
PERBAIKAN FUNGSI KOGNITIF DAN GAMBARAN
QUANTITATIVE ELECTROENCEPHALOGRAPHY PENDERITA
GANGGUAN KOGNITIF PASCASTROKE**

TESIS

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Dokter Spesialis
Neurologi pada Program Pendidikan Dokter Spesialis-1 Neurologi

Oleh:

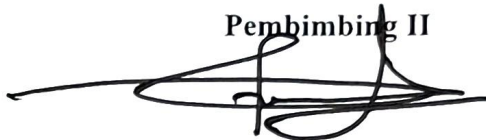
dr. Yohanes Febrianto
04072782125001

Palembang, Mei 2025

Pembimbing I


dr. Rini Nindela, Sp.N, M.Kes
NIP. 168607212010122010

Pembimbing II


dr. Yusril, Sp.S (K)
NIP. 197210132002121003

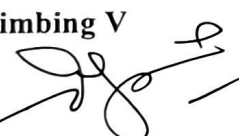
Pembimbing III


dr. H.M. Hasnawi Haddani, Sp.S(K)
NIP. 196212011990021002

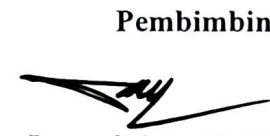
Pembimbing IV


dr. Hj. Sri Handayani, Sp.S(K)
NIP. 197710242008122001

Pembimbing V


dr. Dya Anggraeni, Sp.N
NIB. 851229022070202204

Pembimbing VI


Prof. Dr. dr. Mgs. Irsan Saleh, M. Biomed
NIP. 196609291996011001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya



Prof. Dr. dr. Mgs. Irsan Saleh, M. Biomed
NIP. 196609291996011001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis dengan judul **EFEKTIVITAS NEUROFEEDBACK TRAINING TERHADAP PERBAIKAN FUNGSI KOGNITIF DAN GAMBARAN QUANTITATIVE ELECTROENCEPHALOGRAPHY PENDERITA GANGGUAN KOGNITIF PASCASTROKE** telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Mei 2025.

Palembang, 21 Mei 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis

Ketua:

1. dr. Yunni Diansari, Sp.S (K)
NIP. 197906292006042011

(.....)

Anggota:

2. dr. Yusril, Sp.S(K)
NIP. 197210132002121003
3. dr. Rini Nindela, Sp.N, M.Kes
NIP. 168607212010122010
4. dr. H. M. Hasnawi Haddani, Sp.S (K)
NIP. 196212011990021002
5. dr. Hj. Sri Handyani, Sp.S (K)
NIP. 197710242008122001
6. dr. Dya Anggraeni, Sp.N
NIB. 851229022070202204
7. Prof. Dr. dr. Mgs. Irsan Saleh, M. Biomed
NIP. 196609291996011001
8. dr. Afriani, Sp.S (K)
NIP. 197704102006042014
9. dr. Henry Sugiharto, Sp.S (K)
NIP. 198501012016011201

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Sriwijaya



Prof. Dr. dr. Mgs. Irsan Saleh, M. Biomed
NIP. 196609291996011001

Ketua Program Studi Neurologi

dr. Pinto Desti Ramadhoni, Sp.S(K), FINA
NIP. 198306282016071201

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : dr. Yohanes Febrianto

NIM : 0407278215001

Judul : EFEKTIVITAS *NEUROFEEDBACK TRAINING* TERHADAP PERBAIKAN FUNGSI KOGNITIF DAN GAMBARAN *QUANTITATIVE ELECTROENCEPHALOGRAPHY* PENDERITA GANGGUAN KOGNITIF PASCASTROKE

Menyatakan bahwa Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/ *plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/ *plagiat* dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 21 Mei 2025



dr. Yohanes Febrianto

*: pilih salah satu yang sesuai

ABSTRAK

EFEKTIVITAS *NEUROFEEDBACK TRAINING* TERHADAP PERBAIKAN FUNGSI KOGNITIF DAN *GAMBARAN QUANTITATIVE ELECTROENCEPHALOGRAPHY* PENDERITA GANGGUAN KOGNITIF PASCASTROKE

(Yohanes Febrianto, 21 Mei 2025, 215 halaman)

Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya

Latar Belakang: Gangguan kognitif pascastroke/ *poststroke cognitive impairment* (PSCI) merupakan gangguan kognitif yang terjadi setelah 3 bulan pascastroke. *Quantitative Electroencephalography* (QEEG) pada pasien PSCI menunjukkan abnormalitas pada *power spectral density*, *delta alpha ratio* frontal (DAR frontal) dan *peak alpha frequency* (PAF). *Neurofeedback training* (NFT) merupakan alternatif terapi pada pasien PSCI yang mampu memperbaiki fungsi kognitif dan gambaran QEEG.

Metode: Penelitian ini merupakan studi *quasi experimental* dengan desain *One-Group Pretest-Posttest* pada pasien PSCI di RS Mohammad Hoesin Palembang pada bulan Juli- Desember 2024 menggunakan *consecutive sampling*. Pasien menjalankan NFT 5 sesi setiap hari dengan protokol sesuai dengan QEEG *baseline*. Fungsi Kognitif dinilai dengan MoCA-INA sebelum NFT (T0), pasca-NFT (T1) dan 1 bulan setelah NFT(T2). Gambaran QEEG (*absolute power*, *relative power*, DAR frontal, dan PAF) dinilai sebelum dan sesudah NFT.

Hasil: Didapatkan perbaikan yang bermakna pada skor MoCA-INA T0-T1 ($Z=-4,106$, $p=<0,001$) dan T0-T2 ($Z=-3,471$, $p<0,001$), tetapi tidak terdapat perbedaan pada T1-T2 ($Z=-1,331$, $p=0,183$). Domain visuospasial/ eksekutif dan *delayed recall* mengalami perbaikan bermakna pada T0-T1 ($Z=-2,236$, $p=0,025$ dan $Z=-2,341$, $p=0,015$) dan T0-T2 ($Z=2,142$, $p=0,032$ dan $Z=-2,242$, $p=0,025$). Terdapat perbaikan bermakna pada *relative power* alfa temporal ($t=-1,875$, $p=0,037$) dan beta parietal ($t=-1,827$, $p=0,040$). Usia ≤ 60 tahun berpengaruh terhadap perbaikan skor MoCA-INA pada T0-T1 dan T0-T2.

Kesimpulan: NFT sebanyak 5 sesi dengan protokol sesuai QEEG *baseline* efektif terhadap perbaikan fungsi kognitif yang dinilai dengan MoCA-INA (setelah *training* dan bertahan 1 bulan setelahnya) dan perbaikan pada komponen QEEG.

Kata Kunci: PSCI, *Neurofeedback training*, QEEG, MoCA-INA

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF NEUROFEEDBACK TRAINING ON IMPROVING COGNITIVE FUNCTION AND QUANTITATIVE ELECTROENCEPHALOGRAPHY IN PATIENTS WITH POST-STROKE COGNITIVE IMPAIREMENT

(Yohanes Febrianto, May 21, 2025, 215 pages)

Faculty of Medicine, Sriwijaya University

Background: Poststroke cognitive impairment (PSCI) is a cognitive impairment that occurs 3 months after stroke. Quantitative Electroencephalography (QEEG) in PSCI patients shows abnormalities in power spectral density, frontal delta alpha ratio (frontal DAR) and peak alpha frequency (PAF). Neurofeedback training (NFT) is an alternative therapy in PSCI patients that can improve cognitive function and QEEG images.

Method: This study is a quasi-experimental study with a One-Group Pretest-Posttest design in PSCI patients at Mohammad Hoesin Hospital, Palembang in July-December 2024 using consecutive sampling. Patients underwent NFT 5 sessions every day with a protocol according to the baseline QEEG. Cognitive function was assessed with MoCA-INA before NFT (T0), post-NFT (T1) and 1 month after NFT (T2). QEEG images (absolute power, relative power, frontal DAR, and PAF) were assessed before and after NFT.

Results: There was a significant improvement in the MoCA-INA scores T0-T1 ($Z = -4.106$, $p < 0.001$) and T0-T2 ($Z = -3.471$, $p < 0.001$), and no difference in T1-T2 ($Z = -1.331$, $p = 0.183$). The visuospatial/executive and delayed recall domains experienced improvements at T0-T1 ($Z = -2.236$, $p = 0.025$ and $Z = -2.341$, $p = 0.015$) and T0-T2 ($Z = 2.142$, $p = 0.032$ and $Z = -2.242$, $p = 0.025$). There was a improvement in the relative power of temporal alpha ($t = -1.875$, $p = 0.037$) and parietal beta ($t = -1.827$, $p = 0.040$). Age ≤ 60 years had an effect on the improvement of MoCA-INA scores at T0-T1 and T0-T2.

Conclusion: 5 sessions of NFT with a QEEG baseline protocol is effective in improving cognitive function as assessed by MoCA-INA (after training and sustained 1 month afterward) and improvements in QEEG components.

Keywords: PSCI, Neurofeedback training, QEEG, MoCA-INA

RINGKASAN

EFEKTIVITAS *NEUROFEEDBACK TRAINING* TERHADAP PERBAIKAN FUNGSI KOGNITIF DAN GAMBARAN *QUANTITATIVE ELECTROENCEPHALOGRAPHY* PENDERITA GANGGUAN KOGNITIF PASCASTROKE

Karya tulis ilmiah berupa tesis, 21 Mei 2025

Yohanes Febrianto, Dibimbing oleh Rini Nindela, Yusril, H.M. Hasnawi Haddani, Hj. Sri Handayani, Dya Anggraeni, dan Mgs. Irsan Saleh

xxii+198 halaman, 34 tabel, 32 gambar, 10 lampiran

Gangguan kognitif pascastroke/ *poststroke cognitive impairment* (PSCI) merupakan gangguan kognitif yang terjadi setelah 3 bulan pascastroke. *Quantitative Electroencephalography* (QEEG) pada pasien PSCI menunjukkan abnormalitas pada *power spectral density*, *delta alpha ratio* frontal (DAR frontal) dan *peak alpha frequency* (PAF). *Neurofeedback training* (NFT) merupakan alternatif terapi pada pasien PSCI yang mampu memperbaiki fungsi kognitif dan gambaran QEEG. Penelitian ini merupakan studi *quasi experimental* dengan desain *One-Group Pretest-Posttest* pada pasien PSCI di RS Mohammad Hoesin Palembang pada bulan Juli-Desember 2024 menggunakan *consecutive sampling*. Pasien menjalankan NFT 5 sesi setiap hari dengan protokol sesuai dengan QEEG *baseline*. Fungsi Kognitif dinilai dengan MoCA-INA sebelum NFT (T0), pasca-NFT (T1) dan 1 bulan setelah NFT(T2). Gambaran QEEG (*absolute power*, *relative power*, DAR frontal, dan PAF) dinilai sebelum dan sesudah NFT. Didapatkan perbaikan yang bermakna pada skor MoCA-INA T0-T1 ($Z=-4,106$, $p<0,001$) dan T0-T2 ($Z= -3,471$, $p < 0,001$), tetapi tidak terdapat perbedaan pada T1-T2 ($Z= -1,331$, $p =0,183$). Domain visuospasial/ eksekutif dan *delayed recall* mengalami perbaikan bermakna pada T0-T1 ($Z=-2,236$, $p=0,025$ dan $Z=-2,341$, $p=0,015$) dan T0-T2 ($Z=2,142$, $p=0,032$ dan $Z=-2,242$, $p=0,025$). Terdapat perbaikan bermakna pada *relative power* alfa temporal ($t=-1,875$, $p =0,037$) dan beta parietal ($t=-1,827$, $p=0,040$). Usia ≤ 60 tahun berpengaruh terhadap perbaikan skor MoCA-INA pada T0-T1 dan T0-T2. NFT sebanyak 5 sesi dengan protokol sesuai QEEG *baseline* efektif terhadap perbaikan fungsi kognitif yang dinilai dengan MoCA-INA (setelah *training* dan bertahan 1 bulan setelahnya) dan perbaikan pada komponen QEEG.

Kata Kunci: PSCI, *Neurofeedback training*, QEEG, MoCA-INA
Sosial Kepustakaan: 189 (2003-2025)

SUMMARY

EFFECTIVENESS OF NEUROFEEDBACK TRAINING ON IMPROVING COGNITIVE FUNCTION AND QUANTITATIVE ELECTROENCEPHALOGRAPHY IN PATIENTS WITH POST-STROKE COGNITIVE IMPAIRMENT

Scientific paper in the form of Thesis, 21 May 2025

Yohanes Febrianto, Dibimbing oleh Rini Nindela, Yusril, H.M. Hasnawi Haddani, Hj. Sri Handayani, Dya Anggraeni, and Mgs. Irsan Saleh

xxii+198 pages, 34 table, 32 picture, 10 attachment

Poststroke cognitive impairment (PSCI) is a cognitive impairment that occurs 3 months after stroke. Quantitative Electroencephalography (QEEG) in PSCI patients shows abnormalities in power spectral density, frontal delta alpha ratio (frontal DAR) and peak alpha frequency (PAF). Neurofeedback training (NFT) is an alternative therapy in PSCI patients that can improve cognitive function and QEEG images. This study is a quasi-experimental study with a One-Group Pretest-Posttest design in PSCI patients at Mohammad Hoesin Hospital, Palembang in July-December 2024 using consecutive sampling. Patients underwent NFT 5 sessions every day with a protocol according to the baseline QEEG. Cognitive function was assessed with MoCA-INA before NFT (T0), post-NFT (T1) and 1 month after NFT (T2). QEEG images (absolute power, relative power, frontal DAR, and PAF) were assessed before and after NFT. There was a significant improvement in the MoCA-INA scores T0-T1 ($Z=-4.106$, $p<0.001$) and T0-T2 ($Z=-3.471$, $p<0.001$), and no difference in T1-T2 ($Z=-1.331$, $p=0.183$). The visuospatial/executive and delayed recall domains experienced improvements at T0-T1 ($Z=-2.236$, $p=0.025$ and $Z=-2.341$, $p=0.015$) and T0-T2 ($Z=2.142$, $p=0.032$ and $Z=-2.242$, $p=0.025$). There was a improvement in the relative power of temporal alpha ($t=-1.875$, $p=0.037$) and parietal beta ($t=-1.827$, $p=0.040$). Age ≤ 60 years had an effect on the improvement of MoCA-INA scores at T0-T1 and T0-T2. 5 sessions of NFT with a QEEG baseline protocol is effective in improving cognitive function as assessed by MoCA-INA (after training and sustained 1 month afterward) and improvements in QEEG components.

Keywords: PSCI, Neurofeedback training, QEEG, MoCA-INA

Citations: 189 (2003-2025)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan Tesis dengan judul “Efektivitas *Neurofeedback Training* Terhadap Perbaikan Fungsi Kognitif Dan Gambaran *Quantitative Electroencephalography* Penderita Gangguan Kognitif Pascastroke” ini dengan baik. Adapun tujuan penyusunan Tesis ini adalah sebagai salah satu sarana pembelajaran dan sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Dokter Spesialis Neurologi Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya/RSUP. Dr. Mohammad Hoesin Palembang.

Penyusunan tesis ini tidak akan terselesaikan tanpa dukungan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi besar kepada penulis selama proses pendidikan. Oleh karena itu, dengan tulus penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Prof. Dr. Taufik Marwa, SE. M.Si selaku Rektor Universitas Sriwijaya beserta jajarannya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menjalani pendidikan di Program Studi Dokter Spesialis Neurologi.
2. Prof. Dr .dr. Mgs. Irsan Saleh, M.Biomed selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya dan jajarannya, atas dukungan dan fasilitasi selama masa studi.
3. dr. Siti Khalimah, Sp.KJ, MARS selaku Direktur Utama Rumah Sakit Mohammad Hoesin Palembang beserta jajarannya, atas izin dan dukungan yang diberikan kepada penulis dalam menjalani pendidikan.
4. dr. Pinto Desti Ramadhoni, Sp.S (K), FINA selaku Koordinator Program Studi, yang telah memberikan arahan, masukan dan ilmu yang berharga selama penulis menjalani pendidikan.

5. dr. Selly Marisdina, Sp.S (K), MARS selaku Ketua Bagian Neurologi Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya atas bimbingan, arahan, dan masukan yang diberikan.
6. dr. H. Achmad Junaidi, Sp.S (K), MARS selaku Ketua Staf Medik Neurologi Rumah Sakit Mohammad Hoesin Palembang atas bimbingan, arahan, nasihat, pengalaman dan ilmu yang dibagikan selama Pendidikan.
7. dr. Rini Nindela, Sp.N, M.Kes selaku pembimbing akademik yang telah banyak membantu proses pembelajaran dan memfasilitasi proses Pendidikan di departemen Neurologi FK Unsri.
8. Semua Guru yang saya hormati dr. Alwi Shahab, Sp.S(K), dr. H.A.R. Toyo, Sp.S(K), dr. Billy Indra Gunawan, Sp.S(K), dr. Chrisianto Asnawi, Sp.S(K), M.Kes, dr. H. Hasnawi Haddani, Sp.S(K), dr. Theresia Christin, Sp.S (K), dr. Yusril, Sp.S (K), dr. Yunni Diansari, Sp.S(K), dr. Sri Handayani, Sp.S (K), dr. Afriani, Sp.S (K), dr. Henry Sugiharto, Sp.S(K), dr. Andika Okparasta Sp.S (K), dr. Masita, Sp.S(K), dr. Mukhlisa, Sp.N, dan dr. Dya Anggraeni, Sp.N, dr. Lenny Oktavinawaty, Sp.N, FINA, dr. Rizka Aprillia, Sp.N dan dr. Fulvia Budi Azhar, Sp.N, FINA, terima kasih atas ilmu, pengalaman, dan motivasi yang diberikan selama masa Pendidikan.
9. Semua Guru yang saya hormati dr. Msy. Rita Dewi, Sp.A(K), dr. R.M Indra, SpA (K), Dr. dr. Taufik Indrajaya, Sp.PD-KKV, FINASIM, dr. Yenni Dian Andayani, Sp.PD- KHOM, FINASIM, Dr. dr. Zulkhair Ali, Sp.PD-KGH, FINASIM, dr. Alwi Shahab, Sp.PD-KEMD, FINASIM, dr. R.M. Faisal, Sp.Rad(K), dr. Jalalin, Sp.KFR, dan dr. Abdullah Sahab, Sp.KJ, MARS atas ilmu dan bimbingannya selama proses pendidikan pada tempat guru sekalian.
10. Kepada ayah, ibu (almarhumah), dan keluarga besar saya terima kasih atas dukungan yang senantiasa menjadi inspirasi dan alasan terbesar penulis untuk terus melangkah dan menyelesaikan pendidikan ini.

11. Teman seperjuangan “NEDIX” yang telah menemani berbagi suka duka, tangis bahagia dan naik turun kehidupan selama proses pendidikan dr. Ahmad Syaukat, dr. Wahyudo Imami Muhammad, dr. Fithry Rahma, dr. Citra Ananta Avis, dr. Safitri Muhlisa, dr. Devi Ramadiani, dr. Atika Pusparani, dr. Nurlia Puspita Sari, dr. Nabila Khairunisah Arinafril atas kebersamaan dan segenap bantuan selama proses pendidikan.
12. Semua teman-teman residen selama saya menjalani masa pendidikan atas semua bantuan dan kerjasama selama Pendidikan, juga tetap semangat dan semoga diberikan kelancaran dan kemudahan dalam menjalani proses pendidikannya.
13. Semua rekan paramedis di Brain and Heart Center (BHC) dan poliklinik Neurologi RS Mohammad Hoesin Palembang atas semua dukungan dan kerja sama selama masa pendidikan.
14. Yuk Elyn, Kak Budi, dan Yuk Lia terima kasih atas bantuannya dalam proses administrasi selama saya menempuh proses pendidikan.
15. Terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang turut membantu saya dalam menjalani dan menyelesaikan pendidikan di Program Pendidikan Dokter Spesialis Neurologi Universitas Sriwijaya.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk kemajuan penulisan selanjutnya dikarenakan masih ada keterbatasan dalam penyusunan tesis ini. Semoga hasil pembelajaran ini nantinya dapat bermanfaat bagi pembacanya, baik dalam bidang pelayanan, pendidikan, maupun penelitian,

Palembang, Mei 2025

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : dr. Yohanes Febrianto

NIM : 0407278215001

Judul : EFEKTIVITAS *NEUROFEEDBACK TRAINING* TERHADAP
PERBAIKAN FUNGSI KOGNITIF DAN GAMBARAN *QUANTITATIVE*
ELECTROENCEPHALOGRAPHY PENDERITA GANGGUAN
KOGNITIF PASCASTROKE

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 21 Mei 2025



dr. Yohaners Febrianto

* Pilih salah satu yang sesuai

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
RINGKASAN	viii
<i>SUMMARY</i>	ix
KATA PENGANTAR	x
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR SINGKATAN	xxi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Peneliian	5
1.5 Hipotesis Penelitiam	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Gangguan Kognitif Pascastroke/ <i>PostStroke Cognitive Impairment</i> (PSCI) 7	
2.1.1 Definisi dan Terminologi.....	7
2.1.2 Epidemiologi.....	7
2.1.3 Faktor Risiko.....	8
2.1.4 Patofisiologi	9
2.1.5 Manifestasi Klinis	11
2.1.6 Diagnosis.....	12
2.1.7 Waktu Terbaik Untuk Diagnosis	13

2.1.8 Tatalaksana Rehabilitasi Kognitif.....	15
2.2 <i>Quantitative EEG</i> pada penderita gangguan kognitif pascastroke	16
2.3 <i>Neurofeedback Training</i> (NFT)	22
2.3.1 Pengantar <i>Neurofeedback</i>	22
2.3.2 Jenis <i>Neurofeedback training</i>	23
2.3.3 Mekanisme Kerja EEG-NFT	25
2.3.4 Protokol Pada EEG-NFT	30
2.3.5 Bentuk <i>feedback</i>	33
2.3.6 Efek Samping NFT	33
2.3.7 NFT pada Rehabilitasi kognitif pasien PSCI.....	34
2.3.8 Efek NFT terhadap perubahan QEEG	51
2.3.9 Efektivitas Jangka Panjang NFT.....	57
2.4 Kerangka Teori	62
2.5 Kerangka Konsep.....	63
BAB III METODE PENELITIAN	64
3.1 Desain Penelitian	64
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	64
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	64
3.4 Kriteria Pemilihan Sampel.....	65
3.5 Variabel Penelitian.....	66
3.6 Definisi Operasional	67
3.7 Alur Penelitian	73
3.8 Prosedur Kerja	73
3.9 Parameter Keberhasilan	76
3.10 Pengolahan dan Analisa data	76
BAB IV HASIL PENELITIAN	78
4.1 Karakteristik subjek penelitian	78
4.2 Hasil tes memori <i>baseline</i>	81
4.3 Gambaran QEEG <i>baseline</i>	83
4.4 Analisa bivariat.....	87
4.5 Analisa multivariat.....	113
BAB V PEMBAHASAN.....	117
5.1 Data Sosiodemografis dan klinis	117
5.2 Profil kognitif <i>baseline</i>	124

5.3 Gambaran QEEG <i>baseline</i>	125
5.4 Analisa Bivariat T0-T1	133
5.5 Analisa Bivariate T1-T2 dan T0-T2	140
5.6 Analisa Bivariat QEEG.....	144
5.7 Analisa kategorik dan faktor-faktor yang kemungkinan berpengaruh	148
5.8 Analisa berdasarkan Subtipe PSCI	153
5.9 Analisa Multivariat	157
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	160
DAFTAR PUSTAKA	162
LAMPIRAN.....	173

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Gejala kognitif berdasarkan teritori arteri yang terkena	11
Tabel 2.2 Bentuk gelombang otak dan karakteristiknya.....	17
Tabel 2.3 Rangkuman studi penggunaan protokol alfa	30
Tabel 2.4 Rangkuman studi mengenai protokol beta.....	31
Tabel 2.5 Rangkuman studi protokol alfa/teta.....	32
Tabel 2.6 Rangkuman studi efek NFT pada pasien normal.....	37
Tabel 2.7 Rangkuman studi mengenai efektivitas NFT pada gangguan kognitif umum	42
Tabel 2.8 Rangkuman studi mengenai efektivitas NFT pada pasien PSCI/ pascastroke	49
Tabel 4.1. Karakteristik sosiodemografis pasien penelitian	79
Tabel 4.2. Karakteristik klinis pasien penelitian.....	80
Tabel 4.3. Nilai skor MoCA-INA <i>baseline</i>	82
Tabel 4.4. Nilai masing-masing domain kognitif MoCA-INA <i>baseline</i>	82
Tabel 4.5 Jumlah dan persentase domain kognitif yang terkena	83
Tabel 4.6. Gambaran <i>absolute power baseline</i>	84
Tabel 4.7. Gambaran <i>relative power baseline</i>	85
Tabel 4.8. Gambaran DAR frontal dan PAF <i>baseline</i>	87
Tabel 4.9. Analisa bivariat nilai median MoCA-INA pasien pada T0, T1, dan T2... ..	89
Tabel 4.10. Analisa bivariate kategorik perbaikan skor MoCA-INA.....	94
Tabel 4.11. Perbandingan Gambaran absolute power QEEG sebelum dan sesudah terapi	97
Tabel 4.12. Perbandingan Gambaran relative power QEEG sebelum dan sesudah terapi	98
Tabel 4.13. Perbandingan DAR dan PAF sebelum dan sesudah terapi	99
Tabel 4.14. Perbaikan fungsi kognitif antar subtype PSCI.....	101
Tabel 4.15. Analisa bivariate Perbedaan kelompok PSCI-ND dan PSD	104
Tabel 4.16. Analisa bivariate Perbedaan kelompok PSCI-ND dan PSD	105
Tabel 4.17. Perbedaan gambaran absolute power antar subtype PSCI.....	107
Tabel 4.18. Perbedaan gambaran relative power, DAR dan PAF antar subtype	

PSCI	109
Tabel 4.19. Uji Korelasi terhadap beberapa variable penelitian.....	110
Tabel 4.20. Analisa Multivariate Step 1 dengan regresi logistic pada T0-T1	114
Tabel 4.21. Analisa Multivariate Step 2 dengan regresi logistic pada T0-T1	114
Tabel 4.22. Analisa Multivariate Step 1 dengan regresi logistic pada T0-T2	115
Tabel 4.23 Analisa Multivariate dengan regresi logistic step 2 T0-T2.....	115
Tabel 5.1. Perbandingan relative power dengan populasi normal	127
Tabel 5.2. Perbandingan relative power pada pasien PSCI	128
Tabel 5.3. Perbandingan Kognitif dengan MoCA antar Penelitian	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Patobiologi gangguan kognitif pascastroke	10
Gambar 2.2	Pembagian VCI menurut VICCS.....	12
Gambar 2.3	Lokasi penempatan elektrode berdasarkan system 10-20.	16
Gambar 2.4.	Kurva Gaussian terkait dengan <i>relative power</i> (Z-score).....	18
Gambar 2.5	Perbedaan gelombang otak pada pasien PSCI dan normal.....	20
Gambar 2.6	Perbandingan <i>relative power</i> pada pasien PSCI dan normal	20
Gambar 2.7	Contoh gambaran QEEG dengan abnormalitas spektrum gelombang.	21
Gambar 2.8	<i>Overview</i> dari fungsi NFT pada rehabilitasi pascastroke	23
Gambar 2.9	Prinsip <i>phase shift</i> dan <i>phase lock</i>	27
Gambar 2.10	Tiga tahap mekanisme NFT	28
Gambar 2.11	Bentuk <i>visual feedback</i> pada NFT	33
Gambar 2.12	Perbaikan komponen <i>recall</i> pada pasien dengan NFT setelah 1 sesi ..	35
Gambar 2.13	Perbaikan nilai MMSE pada Surmeli dkk dan MoCA oleh Jang dkk .	39
Gambar 2.14	Perbaikan fungsi kognitif pada studi Lavy dkk dan Marlats dkk	40
Gambar 2.15	Rangkuman perbaikan skrining kognitif pasca NFT pada beberapa penelitian.....	48
Gambar 2.16	Peningkatan <i>power</i> teta dan <i>low beta</i> setelah terapi NFT	51
Gambar 2.17	Kenaikan PAF setelah NFT pada penelitian Lavy dkk.....	52
Gambar 2.18	Perubahan <i>power band</i> EEG pasca NFT dalam studi Marlats dkk.....	55
Gambar 2.19	<i>Violin plot</i> studi marcos dkk menunjukkan perubahan <i>power band</i> pasca NFT	56
Gambar 2.20	Grafik rerata <i>power band</i> pre dan post NFT oleh Marcos dkk	57
Gambar 2.21	Kerangka Teori	62
Gambar 2.22	Kerangka Konsep.....	63
Gambar 3.1	<i>Setting</i> ruangan <i>neurofeedback</i> dan contoh protokol alpha dan SMR...	75
Gambar 4.1	Diagram alur seleksi pasien	78
Gambar 4.2	Median <i>absolute power baseline</i>	85
Gambar 4.3.	Median <i>relative power baseline</i>	86
Gambar 4.4.	Perbandingan nilai MoCA-Ina	88
Gambar 4.5.	Nilai MoCA-INA perdomain	91

Gambar 4.6. Kategori perbaikan skor rerata MoCA-INA	92
Gambar 4.7. Perbandingan skor total MoCA-INA PSCI-ND dan PSD	102
Gambar 4.8. <i>Scatterd Plot QEEG</i> Pascaterapi terhadap Nilai MoCA-INA T1	112
Gambar 5.1 Perbandingan domain kognitif yang terkena pada berbagai studi	126

DAFTAR SINGKATAN

AD-8	: <i>Ascertain dementia 8</i>
ADL	: <i>Activity daily living</i>
AP	: <i>Absolute power</i>
CIND	: <i>Cognitive impairment no dementia</i>
CVD	: <i>Cerebrovascular disease</i>
DA	: <i>Demensia Alzheimer</i>
DAR	: <i>Delta alfa ratio</i>
DTABR	: <i>Delta alfa beta ratio</i>
DV	: <i>Demensia vaskular</i>
EEG	: <i>Electroencephalography</i>
IADL	: <i>Instrumental activity daily living</i>
MCI	: <i>Mild cognitive impairment</i>
NF	: <i>Neurofeedback</i>
NFT	: <i>Neurofeedback training</i>
PAF	: <i>Peak alpha frequency</i>
PHQ-9	: <i>Patients health questionnaire -9</i>
PSCI	: <i>Post stroke cognitive impairment</i>
PSCI-ND	: <i>Post stroke cognitive impairment-no dementia</i>
PSD	: <i>Post stroke dementia</i>
PSD	: <i>Power spectral density</i>
PSR	: <i>Power spectral ratio</i>
RP	: <i>Relative power</i>
QEEG	: <i>Quantitative electroencephalography</i>
SVD	: <i>Small vessel disease</i>
VCI	: <i>Vascular cognitive impairment</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penjelasan Penelitian Terhadap Peserta Penelitian	173
Lampiran 2. Persetujuan Setelah Penjelasan (Informed Consent).....	176
Lampiran 3. Persetujuan Tindakan Medis	179
Lampiran 4. Form MoCA-INA.....	180
Lampiran 5. <i>Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9)</i>	181
Lampiran 6. Lembar data penelitian	182
Lampiran 7. Lembar persetujuan etik	183
Lampiran 8. Surat izin penelitian.....	184
Lampiran 9. Data pasien penelitian	185
Lampiran 10. Data SPSS.....	186

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Post-stroke cognitive impairment (PSCI)/ gangguan kognitif pascastroke didefinisikan sebagai defisit kognitif yang terjadi hingga bulan ketiga setelah *stroke* yang tidak terkait dengan kondisi atau penyakit lain apapun, seperti metabolik, endokrin, vaskulitis, dan depresi. Gangguan kognitif pascastroke dapat dibagi menjadi *cognitive impairment no dementia* (CIND)/ gangguan kognitif tanpa demensia dan demensia post *stroke*/ *post stroke dementia* (PSD).¹ Kondisi ini dapat terjadi pada satu atau lebih domain kognitif, termasuk bahasa, eksekutif, visuospasial, atensi, kecepatan berpikir, kalkulasi, memori kerja, serta *episodic memory*. Kelainan ini seringkali diabaikan dan tertutupi oleh defisit motorik yang ada.² Data dari *Indonesia Stroke Registry* 2013 menunjukkan bahwa 60,59% pasien *stroke* mengalami gangguan kognitif saat pulang dari perawatan rumah sakit.³ Dari beberapa penelitian di Indonesia, didapatkan angka kejadian yang berbeda-beda, berkisar antara 6,2% hingga 92,68%. PSCI dapat mempengaruhi kualitas hidup, proses rehabilitasi, dan morbiditas pasien pascastroke.^{4,5}

Salah satu pemeriksaan penunjang yang dapat menjadi alternatif dalam mempelajari fungsi otak terkait demensia adalah *electroencephalography* (EEG), yang didukung oleh pengukuran kuantitatif, yang dikenal sebagai *Quantitative electroencephalography* (QEEG).⁶ Pemeriksaan ini merupakan sebuah alternatif dari pemeriksaan yang sudah ada sebelumnya dengan biaya rendah, *non invasive*, memiliki resolusi temporal yang baik, memberikan pengukuran langsung terhadap status fungsional otak, dengan adanya perubahan ringan pada EEG mencerminkan proses patologis yang mendasari.⁷ Studi menunjukkan terdapat perbedaan karakteristik *spectral power* antara pasien normal dan PSCI.^{6,8}

Karakterisasi *spectral power* menunjukkan bahwa pasien dengan PSCI memiliki *relative power* delta lebih tinggi dan penurunan *relative power* alfa dan

beta. Pasien dengan PSCI juga menunjukkan abnormalitas berupa adanya kekuatan teta yang lebih tinggi secara global, rasio densitas *power* delta/alfa (DAR) frontal dan rasio delta+teta/ alfa+beta (DTABR) yang lebih tinggi. Ditemukan juga adanya penurunan pada *peak alpha frequency* (PAF) yang merupakan indikator dari fungsi kognitif.^{9,10} Poin penting dari PSCI adalah kondisinya yang dapat dicegah dan dapat diatasi, sehingga penting untuk mengeksplorasi perbaikan fungsi kognitif pascastroke dengan menggunakan teknik rehabilitasi kognitif.¹¹

Rehabilitasi kognitif merupakan pendekatan *behavioural* dengan tujuan untuk meningkatkan fungsi kognitif serta menyediakan bantuan bagi pasien dan keluarga untuk meningkatkan kemampuan aktivitas sehari-hari. Metode rehabilitasi dapat berupa metode tradisional berupa penggunaan kertas dan pena maupun dengan program elektronik dimana pasien melakukan serangkaian tugas kognitif.¹² Sampai saat ini belum ada metode rehabilitasi kognitif tradisional yang direkomendasikan sebagai terapi utama dan terbukti bermanfaat memiliki efek signifikan pada perbaikan fungsi kognitif pascastroke.¹³ Keterbatasan dari metode rehabilitasi kognitif tradisional adalah penggunaan tugas dan evaluasi yang sama dan berulang, perlu adanya respon yang jelas dari pasien, ketergantungan pada instruksi verbal yang relatif kompleks, dan banyaknya usaha kognitif yang diperlukan. Alternatif dari metode tradisional tersebut adalah penggunaan adaptif dari *brain-computer interface* (BCI) yang diyakini dapat memperbaiki fungsi kognitif. Modalitas BCI yang digunakan pada rehabilitasi kognitif pascastroke adalah *Neurofeedback training* (NFT) berbasis *electroencephalography* (EEG)/ NFT-EEG.¹⁴

Prinsip utama pada perbaikan fungsi kognitif NFT adalah *implicit learning*, *operant conditioning*, *self regulation* dan neuroplastisitas, dimana NFT digunakan untuk melatih individu mengenai bagaimana cara memodifikasi aktivitas listrik otak mereka untuk meningkatkan atau menginhibisi aktivitas otak yang diinginkan ataupun tidak diinginkan. Melalui terapi ini dapat terjadi perubahan neural jangka panjang yang mendukung pemulihan atau peningkatan fungsi neurokognitif, emosional, dan kesehatan otak secara keseluruhan.^{15,16} NFT diyakini dapat mencegah perkembangan dari MCI menjadi demensia. NFT juga dapat

mempercepat pemulihan fungsional atau menciptakan pemulihan yang sebelumnya tidak bisa dilakukan. Ketika pasien berhasil memodulasi gelombang otaknya, akan terjadi perubahan spesifik pada *frequency band* yang akan diikuti dengan perbaikan pada fungsi kognitif.^{11,14}

Efektivitas NFT berbasis EEG (EEG-NFT) dalam rehabilitasi kognitif masih dalam proses penelitian dan biasanya dievaluasi melalui perbandingan performa kognitif pasien sebelum dan sesudah terapi dengan protokol yang didasarkan hasil QEEG pasien itu sendiri. Manfaat dari terapi ini telah banyak dipelajari dalam perbaikan fungsi atensi pada ADHD, epilepsi, autisme, depresi, dan kecemasan. Beberapa studi lain telah menunjukkan efektifitas dari terapi ini pada pasien dengan gangguan kognitif baik MCI ataupun demensia.¹⁷

Laporan dari beberapa penelitian pada pasien PSCI, stroke, gangguan kognitif secara umum, maupun subjek sehat menunjukkan bahwa dengan serangkaian sesi NFT dengan protokol yang disesuaikan terhadap QEEG, terjadi perbaikan fungsi kognitif pada beberapa parameter seperti *Montreal Cognitive Assesment* (MoCA) dan pada banyak domain kognitif terutama atensi dan memori.^{17,18,19} Ditemukan juga perbaikan pada gambaran QEEG pasien setelah terapi NFT berupa peningkatan *power* sesuai dengan frekuensi yang dilatih, perbaikan *peak alpha frequency*, maupun penurunan spektrum gelombang lambat (teta dan delta) dan kenaikan spektrum gelombang cepat (alfa dan beta) yang berkorelasi dengan perbaikan kognitif yang dialami.^{20,21,22}

EEG-NFT merupakan sebuah terapi baru dan *off labelled* pada gangguan kognitif khususnya pada pasien stroke sehingga studi literatur juga belum terlalu banyak. Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa EEG-NFT dapat meningkatkan fungsi kognitif. Akan tetapi efek positif dari NFT tidak selalu konsisten dan kontradiktif karena tidak semua peningkatan ditemukan signifikan secara statistik. Menariknya, dikatakan bahwa jumlah sesi dan frekuensi sesi tampaknya tidak mempengaruhi efektivitas EEG-NFT.^{12,15} Setelah *training* yang cukup, pasien yang menerima NFT dapat mempertahankan kemampuan untuk memodulasi aktivitas otaknya secara mandiri walaupun sudah berada di luar sesi

latihan, dimana hal ini mengisyaratkan adanya perbaikan jangka panjang, Sehingga penting dalam menggunakan perubahan/ normalisasi QEEG sebagai parameter keberhasilan dari terapi NFT.^{22,23,24}

Data penelitian terkait efektivitas NFT pada pasien PSCI baik pada perbaikan fungsi kognitif jangka pendek dan jangka panjang, serta perbaikan komponen QEEG masih sedikit dengan hasil yang berbeda-beda diantara penelitian tersebut. Tetapi berdasarkan data penelitian yang tersedia mengenai efek positif dari NFT pada perbaikan kognitif pasien PSCI membuat terapi ini menjadi salah satu terapi yang menjanjikan dan aman dalam rehabilitasi kognitif.^{8,11,13,21,22}

Masih kontradiktifnya hasil penelitian terkait EEG-NFT pada perbaikan fungsi kognitif, belum banyaknya penelitian efektivitas NFT pada penderita PSCI baik setelah terapi maupun jangka panjang dalam perbaikan kognitif dan QEEG, serta banyaknya keterbatasan rehabilitasi kognitif tradisional membuat perlu dilakukannya penelitian efektivitas NFT sebagai terapi rehabilitasi pada pasien PSCI, mengingat tingginya angka kejadian dan dampak negatif terhadap pasien dan keluarga. Penelitian ini merupakan penelitian pertama di Indonesia yang menilai efektivitas NFT dalam perbaikan fungsi kognitif penderita PSCI setelah terapi dan pemantauan jangka panjang disertai efeknya terhadap perubahan parameter QEEG.

I.2 Rumusan Masalah

Bagaimana efektivitas *Neurofeedback Training* terhadap perbaikan fungsi kognitif dan gambaran *quantitative electroencephalography* penderita gangguan kognitif pascastroke di RS Mohammad Hoesin Palembang?

I.3 Tujuan Penelitian

I.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui efektivitas *Neurofeedback Training* terhadap perbaikan fungsi kognitif dan gambaran *quantitative electroencephalography* penderita gangguan kognitif pascastroke di RS Mohammad Hoesin Palembang.

I.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui karakteristik demografis dan klinis penderita gangguan kognitif pascastroke di RS Mohammad Hoesin Palembang .
2. Mengetahui fungsi kognitif penderita menggunakan MoCA-Ina sebelum, sesudah, dan 1 bulan sesudah dilakukan *Neurofeedback training*.
3. Mengetahui gambaran nilai *absolute power*, *relative power*, *delta-alpha ratio* (DAR) frontal, dan *peak alpha frequency* (PAF) pada *quantitative electroencephalography* penderita gangguan kognitif pascastroke sebelum dan sesudah dilakukan *Neurofeedback training*
4. Membandingkan nilai MoCA-Ina sebelum, sesudah, dan 1 bulan sesudah dilakukan *Neurofeedback training*
5. Membandingkan nilai *absolute power global*, *relative power global*, *delta-alpha ratio* (DAR) frontal, dan *peak alpha frequency* (PAF) pada *quantitative electroencephalography* penderita gangguan kognitif pascastroke sebelum dan sesudah dilakukan *Neurofeedback training*
6. Mengetahui perbedaan efektivitas *Neurofeedback training* pada kelompok *post-stroke cognitive impairment no dementia* (PSCI-ND) dan *post stroke dementia* (PSD)

I.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat dalam bidang Pendidikan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang efektivitas *Neurofeedback training* pada penderita gangguan kognitif pascastroke sehingga dapat dijadikan sebagai acuan pembelajaran.

1.4.2 Manfaat dalam bidang Penelitian

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai dasar untuk melakukan penelitian lanjutan terkait efektivitas *Neurofeedback training* pada penderita gangguan kognitif pascastroke

1.4.3 Manfaat dalam bidang Pelayanan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan mengenai efektivitas *Neurofeedback training* pada penderita gangguan kognitif *pascastroke* sebagai pertimbangan dalam rehabilitasi kognitif berkelanjutan.

1.5 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang masalah diatas dapat dirumuskan hipotesis penelitian yaitu

H0: : *Neurofeedback training* tidak efektif terhadap perbaikan fungsi kognitif dan perbaikan *absolute power*, *relative power*, *delta-alpha ratio* (DAR) frontal, serta *peak alpha frequency* (PAF) pada *quantitative electroencephalography* penderita gangguan kognitif *pascastroke*.

H1: *Neurofeedback training* efektif terhadap perbaikan fungsi kognitif dan perbaikan *absolute power*, *relative power*, *delta-alpha ratio* (DAR) frontal, serta *peak alpha frequency* (PAF) pada *quantitative electroencephalography* penderita gangguan kognitif *pascastroke*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tugasworo D, Agung L, Retnaningsih R, Husni A, Bintoro AC, Wati AP. The Correlation of Glial Fibrillary Acid Protein Level to Cognitive Function Outcome in Acute Lacunar Ischemic Stroke Patient. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 2023; 11(B):330-334
2. McDonald MW, Black SE, Copland DA, Corbett D, Dijkhuizen RM, Farr TD, Jeffers MS, Kalaria RN, Karayanidis F, Leff AP, Nithianantharajah J, Pendlebury S, Quinn TJ, Clarkson AN, O'Sullivan MJ. Cognition in Stroke Rehabilitation and Recovery Research: Consensus-Based Core Recommendations From the Second Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable. *Neurorehabil Neural Repair*. 2019;33(11):943–950.
3. Ong PA, Muis A, Rambe AS, Widjojo FS, Laksmidewi AA, Pramono A. *Panduan Praktik Klinik: Diagnosis dan Penatalaksanaan Demensia*. Jakarta: Perhimpunan Dokter Spesialis Saraf Indonesia; 2015.
4. Larasati D, Defi IR, Sadeli HA. Cognitive Function Profile of Post-Stroke Patients. *Int J Integr Health Sci*. 2017;5(1):21–25.
5. Hanas M, Lestari E, Asni EK. Gambaran Fungsi Kognitif pada Pasien Pasca Stroke di Poliklinik Saraf RSUD Arifin Achmad Provinsi Riau. *JOM FK*. 2016;3(1):1–12.
6. Hadiyoso S, Zakaria H, Anam PA, Rajab TLE. EEG-Based Spectral Dynamic in Characterization of Poststroke Patients with Cognitive Impairment for Early Detection of Vascular Dementia. *J Healthc Eng*. 2022;2022:1–11.
7. Petrovic J, Jovanovic V, Radivojevic S, Milanovic SD, Radulovic J, Ristic A, dkk. Slower EEG alpha generation, synchronization and “flow”—possible biomarkers of cognitive impairment and neuropathology of minor stroke. *PeerJ*. 2017;5:e3433.
8. Kober SE, Schweiger D, Witte M, Grieshofer P, Neuper C, Wood G. Upper alpha based neurofeedback training in chronic stroke: Brain plasticity processes and cognitive effects. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2017;42(1):69–83.
9. Hadiyoso S, Zakaria H, Anam PA, Rajab TLE. Multi Modal Feature Extraction for Classification of Vascular Dementia in Post-Stroke Patients Based on EEG Signal. *Sensors*. 2023;23(3):1900.
10. Babiloni C, Del Percio C, Arnaldi D, Lizio R, Marzano N, Nobili F, dkk. EEG measures for clinical research in major vascular cognitive impairment: recommendations by an expert panel. *Neurobiol Aging*. 2021;103:78–97.
11. Sun X. Poststroke Cognitive Impairment Research Progress on Application of Brain-Computer Interface. *Biomed Res Int*. 2022;2022:1–16.
12. Vilou I, Arka A, Parisi D, Afrantou T, Ionnidis P. EEG-Neurofeedback as a Potential Therapeutic Approach for Cognitive Deficits in Patients with Dementia, Multiple Sclerosis, Stroke and Traumatic Brain Injury. *Life*. 2023;13:365.
13. Merriman NA, dkk. Addressing cognitive impairment following stroke: systematic review and meta-analysis of non-randomised controlled studies of psychological interventions. *BMJ Open*. 2019;9:e024429.

14. Kober SE, dkk. Specific effects of EEG based neurofeedback training on memory functions in post-stroke victims. *J Neuroeng Rehabil.* 2015;12:107.
15. Tosti B, Corrado S, Mancone S, Di Libero T, Rodio A, Andrade A, Diotaiuti P. Integrated use of biofeedback and neurofeedback techniques in treating pathological conditions and improving performance: a narrative review. *Front Neurosci.* 2024;18:1–10.
16. Ali JI, Viczko J, Smart CM. Efficacy of Neurofeedback Interventions for Cognitive Rehabilitation Following Brain Injury: Systematic Review and Recommendations for Future Research. *J Int Neuropsychol Soc.* 2020;26:31–46.
17. Jang JH, Kim J, Park G, Kim H, Jung ES, Cha JY, dkk. Beta wave enhancement neurofeedback improves cognitive functions in patients with mild cognitive impairment. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(10):e14967.
18. Madijova YN, Azimoba NM, Xusenota NT, Salikhoa SM. Optimization Of Cognitive Disorders In Dementia Using The Neurofeedback Therapy. *Int Sci J.* 2024;3(2):1–8.
19. Marlats F, dkk. SMR/Theta Neurofeedback Training Improves Cognitive Performance and EEG Activity in Elderly With Mild Cognitive Impairment: A Pilot Study. *Front Aging Neurosci.* 2020;12:147.
20. Hohenfeld C, Nellessen N, Dogan I, Kuhn H, Müller C, Papa F, dkk. Cognitive Improvement and Brain Changes after Real-Time Functional MRI Neurofeedback Training in Healthy Elderly and Prodromal Alzheimer’s Disease. *Front Neurol.* 2017;8:384.
21. Andrade K, dkk. EEG-neurofeedback for promoting neuromodulation in the elderly: Jangevidence from a double-blind study. *bioRxiv.* 2022:1–17.
22. Wigton NL, Krigbaum G. A review of qEEG-guided neurofeedback. *NeuroRegulation.* 2015;2(3):149–155.
23. Sanders ZB, dkk. Self-modulation of motor cortex activity after stroke: a randomized controlled trial. *Brain.* 2022;145:3391–3404.
24. Nie P, dkk. The effects of computer-assisted cognitive rehabilitation on cognitive impairment after stroke: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Nurs.* 2021;00:1–13.
25. Hussein NE, dkk. Cognitive impairment after ischemic and hemorrhagic stroke: a scientific statement from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2023;54:1–15.
26. Rost NS, dkk. Post-stroke cognitive impairment and dementia. *Circ Res.* 2022;130:1252–1271.
27. Teasell R, dkk. Rehabilitation of cognitive impairment post stroke. *Stroke Rehabilitation Clinician Handbook.* 2020
28. Nurani S, Martini S. Risk factors for cognitive impairment after ischemic stroke. In: *The 2nd International Conference on Hospital Administration*; 2018: 1–20.
29. Harahap HS, dkk. Characteristics of cognitive status in sub-population of subacute stage of ischemic stroke patients in West Nusa Tenggara, Indonesia. *Kesmas Natl Public Health J.* 2021;16(3):171–177.

30. Ramadhani SS, Hutagalung HS. Hubungan stroke iskemik dengan gangguan fungsi kognitif di RS Universitas Sumatera Utara. *Scripta SCORE Sci Med J*. 2020;2(1):1–10.
31. Levine DA, Wadley VG, dkk. Risk factors for post-stroke cognitive decline: the REGARDS study. *Stroke*. 2018;49(4):987–994.
32. Boletimi RO, dkk. Gambaran fungsi kognitif pasien pasca stroke. *Med Scope J*. 2021;2(2):66–72.
33. Yin Ma Z. Factors influencing post-stroke cognitive impairment in patients with type 2 diabetes mellitus. *Clin Interv Aging*. 2022;17:653–664.
34. Totting S, Pinzon RT, Widiasmoko B. Hubungan diabetes melitus dengan gangguan fungsi kognitif post stroke iskemik di Rumah Sakit Bethesda. *J Kes Andalas*. 2018;6(3):647.
35. El Sheik WM, dkk. Predictors of dementia after first ischemic stroke. *Dement Neuropsychol*. 2021;15(2):216–222.
36. Zewde YZ, dkk. Frequency and predictors of post-stroke cognitive impairment in Ethiopian stroke survivors: a cross-sectional study. *Res Square*. 2022;1–17.
37. Caratozzolo S, dkk. Commentary: Dementia after three months and one year from stroke: new onset or previous cognitive impairment? *J Neurol Neuromed*. 2016;1(8):7–9.
38. Mijajlović MD, dkk. Post-stroke dementia – a comprehensive review. *BMC Med*. 2017;15(1):11.
39. Aam S, dkk. Post-stroke cognitive impairment—impact of follow-up time and stroke subtype on severity and cognitive profile: the Nor-COAST study. *Front Neurol*. 2020;11:1–10.
40. Kaur M, Sharma S. Molecular mechanism of cognitive impairment associated with stroke. *Metab Brain Dis*. 2022;37:279–287.
41. Sun JH, dkk. Post-stroke cognitive impairment: epidemiology, mechanisms and management. *Ann Transl Med*. 2014;2(8):80.
42. Dienanta SB, dkk. The relevance of right and left hemisphere classification to predict cognitive outcome after stroke. *Neurologia Med Chir (Tokyo)*. 2020;70(8):151–158.
43. Al-Qazzaz NK, dkk. Cognitive impairment and memory dysfunction after a stroke diagnosis: a post-stroke memory assessment. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2014;10:1677–1691.
44. Skrobot OA, dkk. Progress toward standardized diagnosis of vascular cognitive impairment: guidelines from the Vascular Impairment of Cognition Classification Consensus Study. *Alzheimers Dement*. 2018;14:280–292.
45. Zha AM, Kelley BJ. Vascular cognitive impairment, part 1. *Pract Neurol*. 2015;15(1):24–30.
46. Mole J, Demeyere N. The relationship between early post-stroke cognition and longer term activities and participation: a systematic review. *Neuropsychol Rehabil*. 2020;30(2):346–370.
47. Spychala N, dkk. Exploring self-paced embodied neurofeedback for post-stroke motor rehabilitation. *Front Hum Neurosci*. 2020;13:461.

48. Kapoor A, dkk. Screening for post-stroke depression and cognitive impairment at baseline predicts long-term patient-centered outcomes after stroke. *J Geriatr Psychiatry Neurol.* 2019;32(1):40–48.
49. O'Donoghue M, dkk. Rehabilitation of cognitive deficits poststroke: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Stroke.* 2022;53:1700–1710.
50. Rowan MT, dkk. Comparative validity of informant tools for assessing pre-stroke cognitive impairment. *Int J Geriatr Psychiatry.* 2022;37(4):1–10.
51. Dajpratham P, dkk. The validity and reliability of the PHQ-9 in screening for post-stroke depression. *BMC Psychiatry.* 2020;20:291.
52. Lloca GE, dkk. Post-stroke depression: an update. *Neurología.* 2019;30:23–31.
53. Renton T, Tibbles A, Vranic JT. Neurofeedback as a form of cognitive rehabilitation therapy following stroke: a systematic review. *PLoS One.* 2017;12(5):1–10.
54. Borisova VA, Isakova EV, Kotov SV. Potential of a brain–computer interface for correcting poststroke cognitive impairments. *Neurosci Behav Physiol.* 2023;53(6):1–15.
55. Sheety SS, Basher R. A scoping literature analysis on the effect of cognitive rehabilitation in improving higher mental functions following stroke. *Int J Health Sci Res.* 2023;13(4):1–10.
56. Frangopoulou MS, Alimardani M. qEEG analysis in the diagnosis of Alzheimer's disease: a comparison of functional connectivity and spectral analysis. *Appl Sci.* 2022;12:5162.
57. Stoyanov D, dkk. Quantitative EEG analysis: introduction and basic principles. *Comput Neurosci.* 2023:85–91.
58. Jeong HT, dkk. Power spectral changes of quantitative EEG in the subjective cognitive decline: comparison of community normal control group. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2021;17:2783–2790.
59. Al-Qazzas NK, dkk. Discrimination of stroke-related mild cognitive impairment and vascular dementia using EEG signal analysis. *Med Biol Eng Comput.* 2017:1–10.
60. Shim YS, dkk. Electroencephalography for early detection of Alzheimer's disease in subjective cognitive decline. *Dement Neurocogn Disord.* 2022;21(4):126–137.
61. Marzabani H, Marateb HR, Mansourian M. Methodological note: neurofeedback: a comprehensive review on system design, methodology and clinical applications. *Basic Clin Neurosci.* 2016;7(2):143–158.
62. Liu H, dkk. QEEG indices are associated with inflammatory and metabolic risk factors in Parkinson's disease dementia: an observational study. *EClinicalMedicine.* 2022;52:101615.
63. Idris Z, dkk. Principles, anatomical origin and applications of brainwaves: a review, our experience and hypothesis related to microgravity and the question on soul. *J Biomed Sci Eng.* 2014;7(8):1–11.
64. Fauzan N, Amran NH. Early detection of mild cognitive impairment, dementia and Alzheimer's using qEEG. *Eur J Nat Sci Med.* 2022;5(1):86–96.
65. Baang HY, dkk. The utility of quantitative EEG in detecting delayed cerebral ischemia after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Clin Neurophysiol.* 2021;00:1–9.

66. Syakinah WO, dkk. Perbedaan nilai rasio delta-alfa (DAR) frontal serta koherensi interhemisferik alfa-beta antara pasien stroke iskemik dengan dan tanpa gangguan kognitif. 2022.
67. Asmedi A, dkk. Quantitative EEG correlates with NIHSS and MoCA for assessing the initial stroke severity in acute ischemic stroke patients. *Open Access Maced J Med Sci.* 2022;10(B):599–605.
68. Finnigan S, dkk. Defining abnormal slow EEG activity in acute ischaemic stroke: delta/alpha ratio as an optimal QEEG index. *Clin Neurophysiol.* 2016;127(2):1452–1459.
69. Brito R, dkk. Intrahemispheric EEG: a new perspective for quantitative EEG assessment in poststroke individuals. *Neural Plast.* 2021:1–8.
70. Fanciullacci C, dkk. Power is higher and more symmetrical in ischemic stroke patients with cortical involvement. *Front Hum Neurosci.* 2017;11:385.
71. Simon LT, dkk. Understanding brain function in vascular cognitive impairment and dementia with EEG and MEG: a systematic review. *Neuroimage Clin.* 2022;35:1–15.
72. Widya AR, dkk. Komparasi parameter nilai EEG kuantitatif antara VCI dan kognitif normal pada stroke iskemik akut [tesis]. 2021.
73. Praritama, dkk. Korelasi antara nilai parameter QEEG dengan nilai MoCA-INA pada pasien pasca stroke iskemik. 2019.
74. Jiao LL, dkk. Electroencephalogram for patients with post-stroke cognitive impairment before and after treatment. *Chin Rehabil Theory Pract.* 2020;26(7):847–850.
75. Papo D. Neurofeedback: principles, appraisal, and outstanding issues. *Eur J Neurosci.* 2018;49(11):1454–1469.
76. Tazaki M. A review: effects of neurofeedback on patients with mild cognitive impairment (MCI), and Alzheimer’s disease (AD). *Front Hum Neurosci.* 2024;18:1–15.
77. Garzon MER, dkk. Neurofeedback effects on cognitive performance in children with attention deficit. *Arch Venez Farmacol Ter.* 2018;37(3):1–7.
78. Jackson LE, Han YJ, Evans LH. The efficacy of electroencephalography neurofeedback for enhancing episodic memory in healthy and clinical participants: a systematic qualitative review and meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev.* 2023;155:1–14.
79. Berger LM, Wood G, Kober SE. Effects of virtual reality-based feedback on neurofeedback training performance—A sham-controlled study. *Front Hum Neurosci.* 2022;16:952261.
80. Kopanska M, Velitchkov AD, Bartman P, Szczygielski J. MiniQEEG and neurofeedback in diagnosis and treatment of COVID-19-related panic attacks: a case report. *Brain Sci.* 2022;12:1541.
81. Jirayucharoensak S, dkk. A game-based neurofeedback training system to enhance cognitive performance in healthy elderly subjects and in patients with amnesic mild cognitive impairment. *Clin Interv Aging.* 2019;14:347–360.

82. Marcal E. Attention deficit disorder with hyperactivity: comparative analysis of executive function between genres based neurofeedback training. *Observatório de la Economía Latinoamericana*. 2023;21(11):18650–18674.
83. Li L, dkk. Decoded EEG neurofeedback-guided cognitive reappraisal training for emotion regulation. *Cogn Neurodyn*. 2024;1–24.
84. Alaros E, Handayani DOD, Yaacob H, Lubis M. EEG neurofeedback training among adult with attention deficit: a review article. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*. 2021;1077:1–12.
85. Hammond DC. What is neurofeedback: an update. *J Neurother*. 2016;15:305–336.
86. Dahms SCK, Botrel L. Neurofeedback therapy to improve cognitive function in patients with chronic post-stroke attention deficits: a within-subjects comparison. *Front Hum Neurosci*. 2023;17:1–18.
87. Ningrum SW, Setyaningsih I, Asmedi A. Manfaat neurofeedback dalam terapi gangguan kognitif pasca cedera kepala. *Berkala Neurosains*. 2017;5(2):1–9.
88. Markiewicz R. The use of EEG biofeedback/neurofeedback in psychiatric rehabilitation. *Psychiatr Pol*. 2017;51(6):1095–1106.
89. Mane R, Wu Z, Wang D. Poststroke motor, cognitive and speech rehabilitation with brain–computer interface: a perspective review. *Stroke Vasc Neurol*. 2022;7.
90. Ravikiran M, Chouhan T, Guan C. BCI for stroke rehabilitation: motor and beyond. *J Neural Eng*. 2020;17.
91. Mikicin M, Szczypińska M, Skwarek K. Neurofeedback needs support! Effects of neurofeedback-EEG training in terms of the level of attention and arousal control in sports shooters. *Balt J Health Phys Act*. 2018;10(3):72–79.
92. Le Franc S, dkk. Toward an adapted neurofeedback for post-stroke motor rehabilitation: state of the art and perspectives. *Front Hum Neurosci*. 2022;16:917909.
93. Simkin DR, Thatcher RW, Lubar J. Quantitative EEG and neurofeedback in children and adolescents: anxiety disorders, depressive disorders, comorbid addiction and attention-deficit/hyperactivity disorder, and brain injury. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am*. 2014;23(3):427–464.
94. Davelaar EJ. Mechanisms of neurofeedback: a computation-theoretic approach. *Neuroscience*. 2018;378:175–188.
95. Pinter D, dkk. MRI correlates of cognitive improvement after home-based EEG neurofeedback training in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *J Neurol*. 2021;268:3808–3816.
96. Surmeli T, Eralp E, Mustafazade I, Kos H, Özer GE, Surmeli OH. Quantitative EEG neurometric analysis–guided neurofeedback treatment in dementia. *Clin EEG Neurosci*. 2015;47:118–133.
97. Rahmani E, dkk. Are there any possible side effects of neurofeedback? A systematic literature review and meta-analysis. *Iran J Psychiatry Behav Sci*. 2023;17(3):e138064.
98. Trambaiolli L, Cassani R, Mehler D, Falk T. Neurofeedback and the aging brain: a systematic review of training protocols for dementia and mild cognitive impairment. *Front Aging Neurosci*. 2021;13:1–11.

99. Escolano C, Gill MN, Campayo G, Minguez J. The effects of a single session of upper alpha neurofeedback for cognitive enhancement: a sham-controlled study. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2014;39:227–236.
100. Dana A, Rafiee S, Gholami A. The effect of neurofeedback training on working memory and perceptual-motor development in athlete boys. *JRSR*. 2019;6:34–40.
101. Rozengurt R, Shtoots L, Sheriff A, Sadka O, Levy DA. Enhancing early consolidation of human episodic memory by theta EEG neurofeedback. *Neurobiol Learn Mem*. 2017;145:165–171.
102. Beccera J, dkk. Neurofeedback in healthy elderly human subjects with electroencephalographic risk for cognitive disorder. *J Alzheimers Dis*. 2012;28:1–11.
103. Hosseini SMH, Berman MP, Sosa N, Ceja A, Kesler SR. Task-based neurofeedback training: a novel approach toward training executive functions. *Neuroimage*. 2016;1–37.
104. Engelbregt H, dkk. Short and long-term effects of sham-controlled prefrontal EEG-neurofeedback training in healthy subjects. *Clin Neurophysiol*. 2016;127(4):1931–1937.
105. Gruzelier JH. EEG-neurofeedback for optimising performance. I: a review of cognitive and affective outcome in healthy participants. *Neurosci Biobehav Rev*. 2014;44:124–141.
106. Van Eijk L, Zwijsen S, Keeser D, Oosterman J, Pogarell O, Engelbregt H. EEG-neurofeedback training and quality of life of institutionalized elderly women: a pilot study. *Adv Gerontol*. 2017;30:248–254.
107. Marcos-Martínez D, Martínez-Cagigal V, Santamaría-Vázquez E, Pérez-Velasco S, Hornero R. Motor imagery-based neurofeedback training increases EEG complexity in elderly population. *Entropy*. 2021;23:1574.
108. Lujimes RE, Pouwel S, Boonman J. The effectiveness of neurofeedback on cognitive functioning in patients with Alzheimer's disease: preliminary results. *Neurophysiol Clin*. 2016;46(3):179–187.
109. Kaufman L, Wood G, Robetrson M, Marksteiner J, Kober SE. EEG-neurofeedback as a training method for cognitive and non-cognitive functions in early dementia: a case report. *Lernen Lernstörungen*. 2019;8(3):1–5.
110. Lavy Y, Dwolatzky T, Kaplan Z, Guez J, Todder D. Neurofeedback improves memory and peak alpha frequency in individuals with mild cognitive impairment. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2018;1–9.
111. Fotuhi M, Lubinski B, Trullinger M, Hausterman N, Riloff T, Hadadi M, dkk. A personalized 12-week “brain fitness program” for improving cognitive function and increasing the volume of hippocampus in elderly with mild cognitive impairment. *J Prev Alzheimers Dis*. 2016;3:133–137.
112. Mendoza Laiz N, Del Valle Diaz S, Rioja Collado N, Gomez-Pilar J, Hornero R. Potential benefits of a cognitive training program in mild cognitive impairment (MCI). *Restor Neurol Neurosci*. 2018;36:207–213.
113. Nan W, Dias APB, Da Rosa AC. Neurofeedback training for cognitive and motor function rehabilitation in chronic stroke: two case reports. *Front Neurol*. 2019;10:1–6.

114. Cannon KB, Sherlin L, Lyle RR. Neurofeedback efficacy in the treatment of a 43-year-old female stroke victim: a case study. *J Neurother*. 2010;14:107–121.
115. Mroczkowska D, Bialkowska J, Rakowska A. Neurofeedback as supportive therapy after stroke: case report. *Postepy Psychiatr Neurol*. 2014;23(3):190–201.
116. Cho HY, Kim KT, Jung JH. Effects of neurofeedback and computer-assisted cognitive rehabilitation on relative brain wave ratios and activities of daily living of stroke patients: a randomized control trial. *J Phys Ther Sci*. 2016;28:2154–2158.
117. Reichert JL, Kober SE, Schweiger D, Grieshofer P, Neuper C, Wood G. Shutting down sensorimotor interferences after stroke: a proof-of-principle SMR neurofeedback study. *Front Hum Neurosci*. 2016;10:348.
118. Toppi J, dkk. Varying effective connectivity for describing brain network changes induced by a memory rehabilitation treatment. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2014:6786–6789.
119. Koberda JL, Koberda US. Z-score LORETA neurofeedback as a potential rehabilitation modality in patients with CVA. *J Neurol Stroke*. 2014;1(5):155–158.
120. Hofer D. Spezifische Effekte von EEG-basiertem Neurofeedbacktraining auf kognitive Leistungen nach einem Schlaganfall. *Lernen Lernstörungen*. 2014;3(4):249–267.
121. Zich C, dkk. High-intensity chronic stroke motor imagery neurofeedback training at home: three case reports. *Clin EEG Neurosci*. 2017;23:1–10.
122. Krepel N, dkk. A multicenter effectiveness trial of QEEG-informed neurofeedback in ADHD: replication and treatment prediction. *Neuroimage Clin*. 2020;28:102239.
123. Loriette C, Ziane C, Hamed SB. Neurofeedback for cognitive enhancement and intervention and brain plasticity. *Rev Neurol (Paris)*. 2021;177:1133–1144.
124. Rance M, dkk. Time course of clinical change following neurofeedback. *Neuroimage*. 2018;181:807–813.
125. Smit D, dkk. Long-term improvements in executive functions after frontal-midline theta neurofeedback in a (sub)clinical group. *Front Hum Neurosci*. 2023;17:1–10.
126. Orendacova M, Kvasnak E, Vranova J. Effect of neurofeedback therapy on neurological post-COVID-19 complications: a pilot study. *PLoS One*. 2022;2(1):1–9.
127. Jiang Y, dkk. Sharpening working memory with real-time electrophysiological brain signals: which neurofeedback paradigms work? *Front Aging Neurosci*. 2022;14:780817.
128. Zuo L, Dong Y, Liao X, Pan Y, Xiang X, Meng X, dkk. Risk factor for decline in Montreal Cognitive Assessment (MoCA) scores in patients with acute transient ischemic attack and minor stroke. *J Clin Hypertens*. 2022;24:861–867.
129. Fitri FI, dkk. The impact of cognitive impairment after stroke on quality of life and daily life activities. *Int J Res Sci Manag*. 2020;7(8):1–6.
130. Esmael A, dkk. Prevalence of cognitive impairment in acute ischaemic stroke and use of Alberta Stroke Programme Early CT Score (ASPECTS) for early prediction of post-stroke cognitive impairment. *Pol J Neurol Neurosurg*. 2021;55(2):179–185.
131. Yang G, dkk. Risk factors for cognitive impairment in patients with first-time ischemic stroke. *Am J Transl Res*. 2021;13(3):1884–1889.

132. Utomo NP, Pinzon RT. Risk factors of cognitive impairment post-ischemic stroke. *Egypt J Neurol Psychiatry Neurosurg.* 2023;59:55.
133. Kadumukasa MN. Prevalence and predictors of post-stroke cognitive impairment among stroke survivors in Uganda. *BMC Neurol.* 2023;23:166.
134. Anggraeni D, dkk. Effectiveness of neurofeedback training in poststroke cognitive impairment. *NeuroRegulation.* 2024;11(3):296–303.
135. Fawal BA, dkk. Post-stroke dementia: frequency, predictors, and health impact. *Egypt J Neurol Psychiatry Neurosurg.* 2021;57:15.
136. Lee M, dkk. Prediction of post-stroke cognitive impairment after acute ischemic stroke using machine learning. *Alzheimers Res Ther.* 2023;15:147.
137. Rambe AS, Fitri FI. Correlation between the Montreal Cognitive Assessment Indonesian Version (MoCA-INA) and the Mini-Mental State Examination (MMSE) in elderly. *Open Access Maced J Med Sci.* 2017;5(7):915–919.
138. Kwan A, dkk. Cognitive impairment after lacunar stroke and the risk of recurrent stroke and death. *Cerebrovasc Dis.* 2021;50:383–389.
139. Mori N, dkk. Factors associated with cognitive improvement in subacute stroke survivors. *J Rehabil Med.* 2021;53:1–8.
140. Patil A, Patil LS. A study of cognitive impairment among the subjects with ischaemic stroke. *MedPulse Int J Med.* 2021;18(3):108–111.
141. Renjen PN, dkk. Cognitive impairment after stroke. *Cureus.* 2015;7(9):e335.
142. Pinzon RT dkk. The prevalence and determinant factors of post-stroke cognitive impairment. *Asian Pac J Health Sci.* 2018;5(1).
143. Hu GC, Chen YM. Post-stroke dementia: epidemiology, mechanisms and management. *Int J Gerontol.* 2017;11:210–214.
144. Yap KH, Warren N, Allotey P, Reidpath D. Challenges for diagnostic clarity for post-stroke cognitive impairment and behavioural issues in middle-income countries: case studies from Malaysia. *Front Neurol.* 2021;12:628876.
145. Barbay M, dkk. Systematic review and meta-analysis of prevalence in post-stroke neurocognitive disorders in hospital-based studies. *Dement Geriatr Cogn Disord.* 2018;46:322–334.
146. Lo JW, dkk. Profile of and risk factors for poststroke cognitive impairment in diverse ethnoregional groups. *Neurology.* 2019;93(24).
147. Obaid M, Douiri A, Flach C, et al. Can we prevent poststroke cognitive impairment? An umbrella review of risk factors and treatments. *BMJ Open.* 2020;12.
148. Chander RJ, dkk. Development and validation of a risk score (CHANGE) for cognitive impairment after ischemic stroke. *Sci Rep.* 2017;7:12441.
149. He Aini, dkk. Incidence of post-stroke cognitive impairment in patients with first-ever ischemic stroke: a multicenter cross-sectional study in China. *Lancet Reg Health West Pac.* 2023.
150. Galluci L, dkk. Post-stroke cognitive impairment remains highly prevalent and disabling despite state-of-the-art stroke treatment. *Int J Stroke.* 2024:888–897.
151. Omran, dkk. Cognitive impairment after first-ever ischemic stroke. *Al-Azhar Assiut Med J.* 2022;20(4):338–344.

152. Kim JO, dkk. Effect of acetylcholinesterase inhibitors on post-stroke cognitive impairment and vascular dementia: a meta-analysis. *PLoS One*. 2020;15.
153. Laksono BA, Widyastuti K, Trisnawati SY. Profil gangguan fungsi kognitif pada pasien pasca stroke iskemik di RSUP Sanglah Denpasar Bali, Indonesia periode 2019. *Intisari Sains Medis*. 2019;10(3):698–701.
154. Windani M. Gambaran fungsi kognitif pada pasien stroke di RSUP Haji Adam Malik Medan. 2016.
155. Marlia I. Karakteristik gangguan kognitif pada pasien rawat inap neurologi di RSUD dr. Zainoel Abidin Banda Aceh. *Medicus Darussalam*. 2019;1(2):1–7.
156. Tang EY, dkk. Longitudinal effect of stroke on cognition: a systematic review. *J Am Heart Assoc*. 2018;7:e006443.
157. Zakaria H, dkk. Analysis of quantitative EEG (QEEG) parameters on the effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) on poststroke patient. *Biomed Eng Conf*. 2021
158. Setiawan R, dkk. Analysis of quantitative EEG (QEEG) parameters on poststroke patients undergoing static bicycle and mirror combination therapy. 2021.
159. Schumacer J, dkk. Quantitative EEG as a biomarker in mild cognitive impairment with Lewy bodies. *Alzheimers Res Ther*. 2020;12:82.
160. Cynthia LAR, dkk. Analysis of qEEG parameters of vascular cognitive impairment patients undergoing sound wave therapy. 2019.
161. Febrianto, dkk. Gambaran quantitative electroencephalography pada penderita gangguan kognitif pascastroke. *Mini Penelitian*. 2024. Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya:[Mini Penelitian].
162. Meghdadi AH, dkk. Resting state EEG biomarkers of cognitive decline associated with Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *PLoS One*. 2021;16(2):1–31.
163. Rad SA, dkk. The effects of different acetylcholinesterase inhibitors on EEG patterns in patients with Alzheimer's disease: a systematic review. *Neurol Sci*. 2023;45(2).
164. Mattia D, dkk. Quantitative EEG patterns following unilateral stroke: a study in chronic stage. *Clin Neurophysiol*. 2003;113(4):465–482.
165. Lanzone J, dkk. EEG spectral exponent as a synthetic index for the longitudinal assessment of stroke recovery. *Clin Neurophysiol*. 2022;137:92–101.
166. Wilkinson CM, dkk. Application of the Muse portable EEG system to aid in rapid diagnosis of stroke. *Sci Rep*. 2021.
167. Popa LL, dkk. Quantitative EEG as a biomarker in evaluating post-stroke depression. *Diagnostics*. 2023;13:49.
168. Aminov A, dkk. Acute single channel EEG predictors of cognitive function after stroke. *PLoS One*. 2017;12(10):1-10.
169. Amico F, Danev S. Protocol creation in neurofeedback training: multimodal assessments, target measures and automation. *J Syst Integr Neurosci*. 2022.
170. Elvira RP, dkk. Individual alpha peak frequency, an important biomarker for live Z score training neurofeedback in adolescents with learning disabilities. *Brain Sci*. 2021;11(2):167.

171. Rathe S, dkk. Peak alpha frequency in relation to cognitive performance. *J Neurosci Rural Pract.* 2020;11:416–419.
172. Joffe D, dkk. Measurements of EEG alpha peak frequencies over the lifespan: validating target ranges on an in-clinic platform. *bioRxiv.* 2021.
173. Christie S, dkk. Individual alpha peak frequency in ice hockey shooting performance. *Front Psychol.* 2017.
174. Puttaert D, dkk. Decreased alpha peak frequency is linked to episodic memory impairment in pathological aging. *Front Aging Neurosci.* 2021.
175. Schleiger E, dkk. Frontal EEG delta/alpha ratio and screening for post-stroke cognitive deficits: the power of four electrodes. *Int J Psychophysiol.* 2014;94:19–24.
176. Nawaz R, dkk. The effect of alpha neurofeedback training on cognitive performance in healthy adults. *Mathematics.* 2022;10(7):1095.
177. Dębczyńska MK, dkk. Effectiveness of neurofeedback-based cognitive training in older adults. *Hum Technol.* 2024;20(2):384–398.
178. Marcos-Martínez D, Martínez-Cagigal V, Santamaría-Vázquez E, Pérez-Velasco S, Hornero R. Neurofeedback training based on motor imagery strategies increases EEG complexity in elderly population. *Entropy.* 2021;23.
179. Suhail TA, dkk. On the feasibility of an online brain-computer interface-based neurofeedback game for enhancing attention and working memory in stroke and mild cognitive impairment patients. *Biomed Phys Eng Express.* 2025;11.
180. Weber LA, dkk. Predictors of neurofeedback training outcome: a systematic review. *Neuroimage Clin.* 2020;27.
181. Doren JV, dkk. Sustained effects of neurofeedback in ADHD: a systematic review and meta-analysis. *Eur Child Adolesc Psychiatry.* 2018;28(3):293–305.
182. Alatorre-Cruz GC, dkk. One-year follow-up of healthy older adults with electroencephalographic risk for neurocognitive disorder after neurofeedback training. *J Alzheimers Dis.* 2022;85(4):1767–1781.
183. Zhou W, dkk. Alpha neurofeedback training improves visual working memory in healthy individuals. *NPJ Sci Learn.* 2024;9:32.
184. Cooley SA, dkk. Longitudinal change in performance on the Montreal Cognitive Assessment in older adults. *Clin Neuropsychol.* 2015;29(6):824–835.
185. Soleimani B, dkk. Altered directional functional connectivity underlies post-stroke cognitive recovery. *Brain Commun.* 2023:1–13.
186. Ru Lin Y, dkk. Effectiveness of electroencephalography neurofeedback for improving working memory and episodic memory in the elderly: a meta-analysis. *Medicina.* 2024;60(3):369.
187. Burgos MA, dkk. Neural plasticity during aging. *Neural Plast.* 2019:1–3.
188. Pauwels L, dkk. Aging and brain plasticity. *Aging (Albany NY).* 2018;10(8):1789–1790.
189. Nguyen L, dkk. Cognitive and neural plasticity in old age: a systematic review of evidence from executive functions cognitive training. *Ageing Res Rev.* 2019;53.