

AZ ALVÁSVIZSGÁLATOK KÉZIKÖNYVE

Szerkesztők:

Faludi Béla
Szakács Zoltán

Szerzők:

Annus János Kristóf	Kunos László
Bernát István	Rozgonyi Renáta
Faludi Béla	Szakács Zoltán
Gyimesi Csilla	Terray-Horváth Attila
Janszky József	Várdi Katalin
Kozák Norbert	



SPRING  ORVOSI SZAKKÖNYVEK

Az alvásvizsgálatok kézikönyve

Faludi Béla – Szakács Zoltán (szerk.)

Az alvászvizsgálatok kézikönyve

Faludi Béla – Szakács Zoltán (szerk.)



© Faludi Béla – Szakács Zoltán, 2022.
© SpringMed Kiadó, 2022.

Alkotószervezők: Faludi Béla–Szakács Zoltán

Szerzők: Bemát István, Faludi Béla, GyimesiCsilla, Janszky József,
Kozák Norbert, Kunos László, Rozgonyi Renáta, Szakács Zoltán,
Terray-Horváth Attila, Várdi Katalin

Szaklektor: Böszörményi-Nagy György

Faludi Béla – Szakács Zoltán (szerk.)

Az alvásvizsgálatok kézikönyve

SpringMed Kiadó, 2022.

ISBN 978-615-6337-38-2

ISBN (e-book) 978-615-6337-39--9

ISSN 2060-310X (SpringMed Orvosi Szakkönyvek) sorozat

Minden kiadói jog fenntartva. A SpringMed Kiadó az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének a tagja.

SpringMed Kiadó Kft.

www.springmed.hu, info@springmed.hu

Felelős szerkesztő és kiadó: Dr. Böszörményi Nagy Klára

Nyelvi lektor: Parti Gábor

Típoográfia, grafikai munkák és tördelés: Németh János

Terjesztés: Simonné Végh Rita Irén

Tartalomjegyzék

Ajánlás	9
Előszó	11
A könyv szerzői	13
Rövidítések jegyzéke	15
1. AZ ALVÁSDIAGNOSZTIKA ALAPJAI	19
1.1. NEUROFIZIOLÓGIAI ALAPISMERETEK AZ ALVÁSDIAGNOSZTIKÁBAN (<i>Annus János Kristóf</i>)	21
1.1.1. Bevezetés	21
1.1.2. A biológiai jelek a regisztrálástól a képi megjelenítésig, elemzésig	22
1.1.3. A poliszomnográfia technikai alapkövetelményei	29
1.1.4. A poliszomnográfia adatainak feldolgozási algoritmusai	33
1.2. AZ EEG KELETKEZÉSE, HULLÁMFORMÁK, KÓROS ELTÉRÉSEK, IZGALMI JELEK. AZ ALVÁSMEGVONÁSOS EEG (<i>Janszky József, Gyimesi Csilla</i>)	34
1.2.1. Bevezetés	34
1.2.2. Az EEG neurofiziológiai alapjai	35

1.2.3. Az EEG technikai háttere	
1.2.4. EEG-leletezés	
1.3. ALVÁSSTÁDIUMOK (<i>Bernát István</i>)	
1.3.1. Előzmények	
1.3.2. A revízió hatása	
1.3.3. Alvásstádiumok	
1.3.4. Stádiumszabályok	
1.3.5. Interpretálási nehézségek és alkalmazási korlátok az alváslaboratóriumok gyakorlatában	
1.3.6. Az alvás makroszerkezete	
1.3.7. Gyógyszerek hatása az alvásszerkezetre	
1.3.8. Összefoglalás	
1.4. POLISZOMNOGRÁFIÁS ABNORMITÁSOK (<i>Faludi Béla</i>)	
1.4.1. Bevezetés	
1.4.2. Az egyes abnormitások jellemzése	
1.4.3. EEG-eltérések	
1.4.4. Összegzés	

1.5. ALVÁSVIZSGÁLATI ARTEFAKTOK (<i>Terray-Horváth Attila</i>)	167
1.5.1. Artefaktumok jelentősége a mindennapi diagnosztikában	167
1.5.2. Poliszomnográfia artefaktumok	167
1.5.3. Kardiorespiratórikus poligráfia artefaktumok	179
1.5.4. Az artefaktumok értékelése	179
1.5.5. Az artefaktumok kiküszöbölése	184
2. DIAGNOSZTIKAI ELJÁRÁSOK	185
2.1. POLISZOMNOGRÁFIA (<i>Szakács Zoltán</i>)	187
2.1.1. Bevezetés	187
2.1.2. A poliszomnográfia helye a diagnosztikában	187
2.1.3. A biológiai változók regisztrálásának általános szabályai	188
2.1.4. Az alvásanalízis paraméterei	192
2.1.5. A kardiorespiratórikus funkciók paraméterei	196
2.1.6. Videó- (kép-/hang-) monitorozás	206
2.1.7. A poliszomnográfia standard elvezetési kombinációi	208
2.1.8. A poliszomnográfia indikációi az alvásmedicinában	210
2.1.9. A poliszomnográfias felvételek értékelése	212
2.1.10. A poliszomnográfia értékelésére vonatkozó általános szabályok	212
2.1.11. Az ébredés (arousal) fogalma és megállapításának szabályai	220

2.2. TÖBBSZÖRÖS ALVÁSLATENCIA- ÉS ÉBRENMARADÁSI TESZTEK (<i>MSLT, MWT</i>) (<i>Kozák Norbert</i>)	2
2.2.1. Technikai háttér	2
2.2.2. MSLT- és MWT-protokollok	2
2.2.3. Az MSLT és az MWT indikációi	2
2.3. POLIGRÁFIA (<i>Faludi Béla</i>)	2
2.3.1. Bevezetés	2
2.3.2. A vizsgálat indikációi	2
2.3.3. A vizsgálat kontraindikációi	2
2.3.4. A vizsgálatok technikai háttere	2
2.3.5. Poligráfias vizsgálatok típusai és információtartalma	2
2.3.6. Felügvelt poligráfia	2
2.3.7. A poligráfias vizsgálat során meghatározott paraméterek	2
2.3.8. Alvás-ébrenlét viszonyok megítélésének lehetőségei poligráfia esetén	2
2.3.9. A poligráfias mintázatok típusai és jelentősége	2
2.3.10. A poligráfias vizsgálatok előnyei	2
2.3.11. A vizsgálat limitációi	2
2.4. PULZOXIMETRIA (<i>Bernát István</i>)	2
2.4.1. Technikai háttér	2
2.4.2. A mérést befolyásoló további tényezők	2
2.4.3. Pulzoximetria a gyakorlatban	2
2.4.4. Pulzoximetriás vizsgálati eredmények	2
2.4.5. Diagnosztikus hibalehetőségek	2
2.4.6. Összegzés és javaslat	2

2.5. FIT/SZIT teszt (Kozák Norbert)	274
2.5.1. Technikai háttér	274
2.5.2. Protokoll	274
2.5.3. Indikáció	277
2.6. AKTIGRÁFIA (Szakács Zoltán)	278
2.6.1. Bevezetés	278
2.6.2. Az aktigráfia története	280
2.6.3. Az aktigráfia alkalmazási lehetőségei	282
2.6.4. Terápiás hatások	287
2.6.5. Alvásepidemiológiai tanulmányok	288
2.6.6. Az aktigráf adatainak szerkesztése, értékelése	289
2.6.7. Korlátozások	289
2.7. AZ ALVÁSVIZSGÁLATI ELEMZÉSÉNEK MEGBÍZHATÓSÁGI SZEMPONTJAI: AUTOMATA VAGY MANUÁLIS LELETEZÉS? (Rozgonyi Renáta, Faludi Béla)	294
2.7.1. Bevezetés	294
2.7.2. Automata alváselemzés	294
2.7.3. Az EEG-jelfeldolgozás történeti vonatkozásai	296
2.7.4. Manuális scoring és staging polyszomnográfias vizsgálatokban	297
2.7.5. Automata és manuális scoring ambuláns poligráfianál (HSAT)	299
2.7.6. A manuális scoring megbízhatóságának növelési lehetőségei	299
2.7.7. Automata versus manuális alváselemzés a klinikai irányelvek tükrében	300

2.8. A COMPLIANCE JELENTŐSÉGE ÉS NYOMONKÖVETÉSE LÉGSÍNTERÁPIA SORÁN (Várdi Katalin)	
2.8.1. Bevezetés, alapfogalmak	
2.8.2. A megfelelő compliance megalapozása	
2.8.3. Az alvástechnikus feladata a kontrollvizsgálatok során	
2.8.4. Nyolc fontos tanács az alvástechnikus részére a légsínterápia adherenciájának és compliancének növelésére	
2.8.5. A compliance nyomkövetésének lehetősége: a készülék SD-kártyáján tárolt használati információ	
2.8.6. Összefoglalás	
2.9. AZ ALVÁSMINŐSÉG, ALVÁSELÉGTELENSÉG MEGÍTÉLÉSE KÉRDŐÍVES LEHETŐSÉGEI (Várdi Katalin)	
2.9.1. Bevezetés	
2.9.2. Általános kérdőívek	
2.9.3. Betegség-specifikus kérdőívek	
2.9.4. Gyermekgyógyászatban használt kérdőívek	
2.9.5. Összefoglalás és tanácsok	

3. TERÁPIÁS ELJÁRÁSOK

3.1. A CPAP-/BPAP-titrálás elméleti háttere és gyakorlati

kivitelezése (Kunos László)

3.1.1. A CPAP- és BPAP-terápia elméleti háttere	
3.1.2. Positive airway pressure (PAP) terápia	
3.1.3. A PAP-terápia típusai	
3.1.4. A PAP-terápiák indikációi	
3.1.5. A PAP-kezelések várható hatásai és mellékhatásai	

3.1.6. PAP-nyomástitrálás	338
3.2. A BIPAP S/T, BIPAP AVAPS ÉS ASV-BIPAP ELMÉLETI HÁTTERE ÉS GYAKORLATI KIVITELEZÉSE (Terry-Horváth Attila)	345
3.2.1. Áttekintés	345
3.2.2. BiPAP S/T (bilevel PAP, spontán/idővezérelt mód)	346
3.2.3. BIPAP AVAP, BIPAP S/T AVAP terápiás módok	350
3.2.4. A BIPAP-adaptív szervoventilátor (ASV) terápia	353
3.2.5. Adherenciát elősegítő technikák	360
3.2.6. Compliance követése	361
4. FÜGGELÉK – LELETFORMÁTUMOK (Faludi Béla)	363
A Magyar Alvásdiagnosztikai és Terápiás Társaság által ajánlott egységes alvásvizsgálati leletformátumok	365
4.1. Poligráfia	366
4.2. Poliszomnográfia (általános célú, diagnosztika)	367

4.3. Poliszomnográfia CPAP – BiPAP - BiPAP S/T – BiPAP AVAP – ASV BiPAP beállítással	3
4.4. MSLT	3
4.5. MWT	3
4.6. Két hónapos készülékhasználatot záró kontroll poligráffal	3
4.7. Pulzoximetriás kontroll légszinterépiás készülék használata mellett	3
4.8. CPAP-használati kontrollvizsgálat autoCPAP-vel	3
5. ÁBRAGYŰJTEMÉNY	3
5.1. Poliszomnográfia (Bernát István)	3
5.2. Poligráfia (Faludi Béla)	4
5.3. Aktigráfia (Szakács Zoltán)	4
5.4. CPAP/BiPAP beállítás (Kunos László)	4

Ajánlás

Az utóbbi néhány évtizedben az alvásmedicina robbanásszerű fejlődésének lehettünk szemtanúi, és eközben egy önálló diszciplínává formálódott. Jelentőségét nemcsak az adja, hogy az alvászavar vagy a nappali aluszékonyság az egyik leggyakoribb panasz az orvosi rendelőkben, hanem az is, hogy az Egészségügyi Világszervezet által szerkesztett legutóbbi klasszifikációban egy önálló betegségcsoporttá nőtte ki magát. Az alvásmedicina már réges-régen nem csak az alvászavarokról és a depresszív kórképek egyik prominens tünetéről szól. Felismertük, hogy az alvással kapcsolatos jelenségek és problémák szinte az összes neurológiai betegség mértékadó megnyilvánulásai vagy pedig differenciáldiagnosztikai nehézségei lehetnek. A különböző epilepsziák és az alvás alatti paroxizmális jelenségek elkülönítési dilemmái mellett gyakran találkozunk különböző alvási problémákkal mozgászavarokban, demenciákban és a neuroimmunológiai kórképekben. Ráadásul bizonyos betegségekben, mint például az anti-IgG5 betegségben az alvászavar tünetei sokkal markánsabbak is lehetnek, mint az egyéb neurológiai manifesztációk.

Annak ellenére, hogy az alvászavarokkal kapcsolatos orvosi hálózataink jelentősen gyarapodtak, és ezek egy része a köztudatba bekerült, ezen kórképek továbbra is aluldiagnosztizáltak maradtak.

Szívből ajánlom minden érdeklődőnek a Faludi Béla és Székely Zoltán által szerkesztett „Az alvászvizsgálatok kézikönyvét”. Ez valóban felépített és kidolgozott mű hiánypótló. Nemcsak a magyar szakirodalomban, hanem nemzetközileg sem találunk olyan könyvet, mely egyszerre kellő alaposítással látja el az Olvasót az alvászvizsgálatos tevékenység során jól használható tudásanyaggal a diagnosztikai és terápiás kapcsolatban, illetve ezzel párhuzamosan referenciaatlanként is szolgál az alvásmedicinával ismerkedők számára.

*Prof. Dr. Kovács Norbert
az MTA doktora,
Pécsi Tudomány Egyetem, Neurológiai Klinika*

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)

viŕsza a Tartalomjegyzékhez

Előszó

Hiánypótló. Használjuk szinte mindenre. Talán már nem is bír jelentéstartalommal.

Hiánypótló. Erről a könyvről ez valóban elmondható.

Néhány évtizede megszületett egy új orvosi szakma, az alvásmedicina. Magyarországon is több, mint 2 évtizedes múltra tekint vissza. Kialakult a laborhálózat. Megszületett az alvásmedicina licenc (Európában elsőként hazánkban). Számos jól képzett szomnológus dolgozik az alváslaboratóriumokban. Az alvászavarokkal való foglalkozás fontosságát jelzi a Betegségek Nemzetközi Osztályozásának változása is, mely szerint a legújabb klasszifikációban az alvás és ébrenléti zavarok csoportja önálló főkategória lett (7. főcsoport).

2017-ben megjelent az Alvásmedicina Kézikönyve, mely az alvászavarok elméleti hátterét, az egyes betegségek részletes leírását tartalmazza.

A laboratóriumi hálózat bővülése, a diagnosztikai eszköztár sokszínűsége, összetettsége megköveteli a vizsgálati módszerek precíz ismeretét is. Jelen könyv ehhez nyújt segítséget.

Áttekintjük az alvásvizsgálatok végzéséhez, értelmezéséhez szükséges alapvető elméleti hátterek mellett az egyes vizsgálati eljárásokat. A könyv alvásvizsgálati (poliszomnográfias) atlaszként is haszonnal forgatható, hiszen igyekeztünk minden vizsgálati eljárást részletes ábraanyagot is közzétenni.

A könyvet az érdeklődő orvosoknak, az alváslaboratóriumokban dolgozó, vagy éppen a szomnológusi licencvizsgára felkészülő légáknak ajánljuk.

Az alváslaboratóriumok az ott dolgozó asszisztensek esetében speciális szaktudást igényel, melyhez ez idáig megfelelő forrás hazánkban nem állt rendelkezésre. Így az új szakma képviselői, az alvástechnikusok is haszonnal forgathatják.

Tisztelettel:

Dr. habil. Faludi Béla PhD

Dr. habil. Szakács Zoltán PhD

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)

viissza a Tartalomjegyzékhez

A könyv szerzői

Alkotószerkesztők:

Dr. habil. Szakács Zoltán PhD

neurológus, szomnológus
osztályvezető főorvos
MH Egészségügyi Központ, Neurológiai
osztály, Alvásdiagnosztikai Centrum

Dr. habil. Faludi Béla PhD

neurológus, klinikai neurofiziológus,
szomnológus
tanszékezet vezető egyetemi docens
Alvásmedicina Tanszék
Neurológiai Klinika
Pécsi Tudományegyetem, Klinikai Központ

Szerzők:

Dr. Bernát István PhD

neurológus, szomnológus
főorvos
MH Egészségügyi Központ, Neurológiai
osztály, Alvásdiagnosztikai Centrum

Dr. habil. Faludi Béla PhD

neurológus, klinikai neurofiziológus,
szomnológus
tanszékezet vezető egyetemi docens
Alvásmedicina Tanszék
Neurológiai Klinika
Pécsi Tudományegyetem, Klinikai Központ

Dr. habil. Gyimesi Csilla PhD

neurológus, klinikai neurofiziológus
egyetemi docens
Neurológiai Klinika
Pécsi Tudományegyetem, Klinikai Központ

Prof. Dr. Janszky József DSc

neurológus, klinikai neurofiziológus
klinikaigazgató, egyetemi tanár
Neurológiai Klinika
Pécsi Tudományegyetem, Klinikai Központ

Dr. Kozák Norbert PhD

neurológus, szomnológus
egyetemi adjunktus
Debreceni Egyetem Klinikai Központ
Neurológiai Klinika

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)

Dr. Kunos László PhD

tüdőgyógyász, szomnológus
főorvos
Törökbálinti Tüdőgyógyintézet

Dr. Rozgonyi Renáta

neurológus, egyetemi tanársegéd
Neurológiai Klinika
Pécsi Tudományegyetem, Klinikai Központ

Dr. habil. Szakács Zoltán Ph.D.

neurológus, szomnológus
osztályvezető főorvos
MH Egészségügyi Központ, Neurológiai
osztály, Alvásdiagnosztikai Centrum
Budapest

Dr. Terray-Horváth Attila

neurológus, szomnológus
adjunktus
MH Egészségügyi Központ, Neurológiai
osztály, Alvásdiagnosztikai Centrum
Budapest

Dr. Várdi Katalin

tüdőgyógyász, szomnológus
főorvos
Törökbálinti Tüdőgyógyintézet

A könyvet lektorálta:**Prof. Dr. Böszörményi-Nagy György**

tüdőgyógyász, szomnológus
főorvos
Országos Korányi Pulmonológiai Intézet
Budapest

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)

Rövidítések jegyzéke

AASM /*American Academy of Sleep Medicine*/: Amerikai Alvásmedicina Társaság

ABD /*Abdomen*/: has

AHI: Apnoe-hipopnoe index apnoék és hipopnoék együttes száma egy óra alatt

AI: Apnoe index

ALMA /*Alternating Limb Movement Activity*/: alternáló végtagmozgás-aktiváció

ASV /*Adaptive Servo Ventillation*/: adaptív szervoventilátor

ASV-V /*Adaptive Servo Ventillation-Volumen based*/: adaptív szervoventiláció, volumenalapú

AVAP /*Average Volume-Assured Pressure Support*/: volumengarantált nyomástámogatás

BPAP /*Bilevel Positive Airway Pressure*/: kétfázisú pozitív légúti nyomás

BIPAP AVAP: BiPAP AVAP-móddal

BIPAP S/T /*Bilevel Positive Airway Pressure Spontaneous/Timed*/: BiPAP-terápia spontán és időzített móddal

CA-szektor /*Cornu Ammonis sector*/: a hippokampusz ammon szarvi része

CAI: centrális apnoe index

CAP /*Cyclic Alternating Patterns*/: ciklusos alternáló pattern

CAS /*Central Sleep Apnea Syndrome*/: centrális alvási apnoe szindróma

CFS /*Chronic Fatigue Syndrome*/: krónikus fáradtság szindróma

CPAP /*Continuous Positive Airway Pressure*/: folyamatos pozitív légúti nyomás

CRPG /*Cardiorespiratoric Polygraphy*/: kardiorespiratórikus poligráfia

CSA /*Central Sleep Apnea*/: centrális apnoe szindróma

CSB /*Cheyne–Stokes Breathing*/: Cheyne–Stokes-légzés

DIM /*Digital Integration Mode*/: digitális integrációs mód

DRN /*Dorsal Raphe Nucleus*/: dorzális ráfe mag

EDS /*Excessive Daytime Sleepiness*/: fokozott napközbeni aluszékonyosság

EEG: elektroencefalográfia

EF: ejekciós frakció

EFM: excesszív fragmentált mioklonus

EOG: elektrookulográfia

EMG: elektromiográfia

vissza a Tartalomjegyzékhez

EKG: elektrokardiográfia

EPAP /*Expiratory Positive Airway Pressure*/: kilégzési pozitív légúti nyomás

ESS /*Epworth Sleepiness Scale*/: Epworth Álomosság Skála

ESS-CHAD /*Epworth Sleepiness scale for Children and Adolescent using Rasch analysis*/: Epworth Álomossági Skála Gyermekeknek és Kamaszoknak

FIT /*Forced Immobilisation Test*/: forszírozott immobilizációs teszt

FOT /*Forced Oscillation Technique*/: kényszerített oszcillációs technika

FSS /*Fatigue Severity Scale*/: fáradtság súlyosságát mérő skála

GCP: *Good Clinical Practice*/: jó klinikai gyakorlat

H1: hisztamin 1 receptor

HRVI /*Heart Rate Variability Index*/: szívfrekvencia-variabilitási index

HYP: hipopnoe

ICSD-3 /*International Classification of Sleep Disorders – third edition*/: alvászavarok nemzetközi osztályozása – harmadik kiadás

IHR /*Intermittent Hypoxia and Reoxygenisation*/: intermittáló hipoxia és reoxigenizáció

IPAP /*Inspiratory Positive Airway Pressure*/: belégzési pozitív légúti nyomás

IRLSGSSQ /*International Restless Leg Study Group Severity Scale Questionnaire*/: nyugtalan láb szindróma nemzetközi súlyossági kérdőív

KC /*K-complex*/: K-komplexum

LAMF /*Low Amplitude, Mixed Frequency*/: alacsony amplitúdójú kevert frekvencia

LED /*Light-Emitting Diode*/: Fénykibocsátó dióda

LORETA /*Low Resolution Brain Electrographic Topography*/: alacsony felbontású EEG alapú agyi térképezési eljárás

LPS /*Latency to Persistent Sleep*/: a stabil, folyamatos alvásig eltelt latencia

MA /*Mixed Apnea*/: kevert apnoe

MBM /*Major Body Movement*/: tömeges mozgás

MOE /*Majority of Epoch Rule*/: az epoch stádiummeghatározás szempontjából meghatározó szabály

MR /*Magnetic Resonance Imaging*/: mágneses rezonanciaalapú képalkotás

MSLT /*Multiple Sleep Latency Test*/: többszörös alváslatencia-teszt

MV /*Minute Ventilation*/: percventiláció

MVT /*Movement Time*/: Mozgással töltött idő

MWT /*Maintenance of Wakefulness Test*/: ébren maradási teszt

NIV /*Non Invasive Ventilation*/: nem invazív lélegeztetés

NREM /*Non Rapid Eye Movement*/: nem-REM fázis

NYHA /*New York Heart Association*/: Szívbetegséggel Foglalkozó New York-i Társaság

OA: obstruktív apnoe

ODI /*Oxygen Desaturation Index*/: oxigéndeszaturációs index

OHS /*Obesity Hypoventilation Syndrome*/: obezitás hipoventilációs szindróma

OSA /*Obstructive Sleep Apnea*/: obstruktív alvási apnoe

PC /*Personal Computer*/: személyi számítógép

PCO /*Partial pressure of Carbon dioxide*/: széndioxid parciális nyomása

PDR /*predominant dorsal rhythm*/: uralkodó dorzális ritmus

PLMD /*Periodic Limb Movement Disease*/: periodikus végtagmozgászavar betegség

PLMS /*Periodic Limb Movement in Sleep*/: periodikus végtagmozgás alvás alatt
PLMW / *Periodic Limb Movement in Wake*/: periodikus lábmozgások ébrenlét alatt
PS /*Pressure Support*/: nyomástámogatás
PSG /*PoliSomnoGraphy*/: poliszomnográfia
PSQ /*Pediatric Sleep Questionnaire*/: Alvászavar kérdőív gyermekeknek
POSTS /*Positive Occipital Sharp Transient of Sleep*/
POSWY / *Posterior Slow Waves of Youth*/
RCT /*Randomized Controlled Trial*/: randomizált kontrollált klinikai vizsgálat
RDI /*Respiratory Disturbance Index*/: légzésvizsgálat index
REM /*Rapid Eye Movement Sleep*/: gyors szemmozgások fázisa
RERA /*Respiratory Effort Related Arousal*/: légzési erőlködés következtében kialakult mikroébredés
R-K: Rechtschaffen- és Kales-beosztás
RLS /*Restless Legs Syndrome*/: nyugtalan láb szindróma
Rp /phasic REM/: fázisos REM
RSWA /*REM sleep without atonia*/: izomtónus-csökkenés nélküli REM
R /tonic REM/: tónusos REM
SaO₂ / oxygen saturation: valós, mért artériás oxigénszaturáció
SEID: Systemic Exertional Intolerance Disease, Szisztémás megerőltetés intolerancia betegség
SEM /*Slow Eye Movement*/: lassú szemmozgás

SH /*Sustained Hypoxia*/: tartós hipoxia
SO /*Sleep Onset*/: a világítás lekapcsolásától az elalvásig eltelt alváslatencia
SOREM /*Sleep Onset REM*/: alváskezdeti REM-fázis
SPLIT NIGHT: osztott éjszaka
SpO₂ /*Saturation of Peripheral Oxygen*/: perifériás oxigénszaturáció
SRBD /*Sleep Related Breathing Disorders*/: alvásfüggő légzészavar
SSO /*Slow Sleep Oscillation*/: lassú alvási oszcilláció
SSRI /*Selective Serotonin Reuptake Inhibitor*/: szelektív szerotoninvisszavétel-gátló
SSS /*Sleep Stage Shift*/: alvástádium-váltások száma időegységnyi alvás alatt
SIT /*Suggested Immobilisation Test*/
TAT /*Time Above Threshold*/: köszöbérték felett töltött idő
TCSA /*Treatment Central Sleep Apnea*/: komplex alvási apnoe pozitív nyomásterápia kiváltotta centrális alvási apnoe
THO /*thorax*/: mellkas
TIB /*Time in Bed*/: ágyban töltött idő
TMA /*Transient Muscle Activity*/: átmeneti izomaktivitás
TST /*Total Sleep Time*/: teljes alvásidő
UARS /*Upper Airway Resistance Syndrome*/: fokozott felső légutak rezisztencia szindróma
VPAP /*Variable Positive Airways Pressure*/: változó pozitív nyomású légtömítés
W /*Wake*/: ébrenlét
WASO /*Wake After Sleep Onset*/: elalvás után ébren töltött idő
ZCM /*Zero Crossing Mode*/: nulla keresztezési mód

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)

viŕsza a Tartalomjegyzékhez

1. Az alvásdiagnosztika alapjai

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)

viissza a Tartalomjegyzékhez

1.1. Neurofiziológiai alapismeretek az alvásdiagnosztikában

Annus János Kristóf

1.1.1. Bevezetés

Az alvásdiagnosztikai vizsgálatok alapfeltétele a megfelelően megválasztott és kivitelezett műszeres vizsgálat, mely a kórtörténet alapján felmerülő iránydiagnózist hivatott megerősíteni. A mai technikai fejlettség mellett a műszeres vizsgálatok széles skálájából választhatunk: alternatíva lehet a hozzátartozók által készített home videó, a vizsgálóhely által indikált és a vizsgált személy szokásos alvókörnyezetében végzett műszeres vizsgálat (alvásnaplóval egy időben végzett aktigráfia, poligráfia), valamint az alvásdiagnosztikai központ képzett alvástechnikusai által felügyelt vizsgálatok valamelyike.

A diagnosztikai eszközök megválasztásakor mérlegelni kell a választott technika előnyeit és hátrányait, végig kell gondolni, hogy a felvetett kórképet és az azt jellemző kóros alvási eseményt milyen módszerrel lehet a legnagyobb valószínűséggel azonosítani, majd elemezni. Mindezekhez kellő mélységű neurofiziológiai ismeretek szükségesek.

A műszeres vizsgálatok során biológiai jeleket kell nyernünk, majd ezeket a jeleket megfelelő technikával rögzíteni, feldolgozni és végül helyesen értelmezni.

A műszeres vizsgálatok közé tartoznak:

aktigráfia (napjainkban talán kissé visszaszorulóban),
respiratórikus pulzoximetria,
poligráfia,
poliszomnográfia,
video-EEG-monitorizálás.

Közös sajátosságuk, hogy többféle élettani folyamatot regisztrálnak egyidőben (a vizsgálat típusától függően a mozgási aktivitást, szívritmust, EKG-t, oxigénszaturációt, $p\text{CO}_2$ -t, légáramlási jeleket, légzési kitérést, testpozíciót, agyi elektromos aktivitást, mozgást, izomtónus-változást, bőrellenállást, vérnyomást stb.)

[vissza a Tartalomjegyzékhez](#)

1.1.2. A biológiai jelek a regisztrálástól a képi megjelenítésig, elemzésig

1.1.2.1. Biológiai jelek regisztrálása

A vizsgálat során adott élettani funkciók vagy kóros események biológiai jeleit kell rögzíteni, majd ezt az aktivitást mérhető és elemzhető formában megjeleníteni.

- A biológiai jelek lehetnek *bioelektromos jelek*, melyek az élő szövetben keletkeznek, ilyen az EEG, EOG, EMG és EKG. Ezeket többnyire felszíni elektródákkal regisztráljuk (az EEG keletkezésével egy külön fejezet foglalkozik, így ennek részleteit itt nem taglaljuk).
- A *származtatott vagy átalakított biológiai jelek* legtöbbször egyenáramú konvertálással válnak elemzhetővé. Az alvópozíció meghatározásánál használt akcelerométer, légzési kitérések (effort) és a horkolás meghatározása történik ezen a módon.
- A vizsgálat szempontjából várt, elemzésre váró jelek mellett esetenként nemkívánatos, úgynevezett *műtermékek* is rögzítésre kerülhetnek, melyek keletkezhetnek az élő szövetben, a szenzorokon, vagy távolabbi elektromos eszközökön is generálódhatnak. A biológiai műtermékek esetenként kifejezetten hasznosak (ilyenek a poliszomnográfia során azonosított szemmozgási műtermékek, melyek megkönnyítik az alvástádium felismerését), máskor igen zavarók (verejtékezés okozta alacsony frekvenciájú hullámmászás, elsősorban az elülső EEG-csatornákon). Az elektródákon és a távolabbi elektromos eszközökön (például 50 Hz váltóáram) keletkező műtermékeket fel kell ismerni és el kell hártani.

1.1.2.1.1. Jelek rögzítése

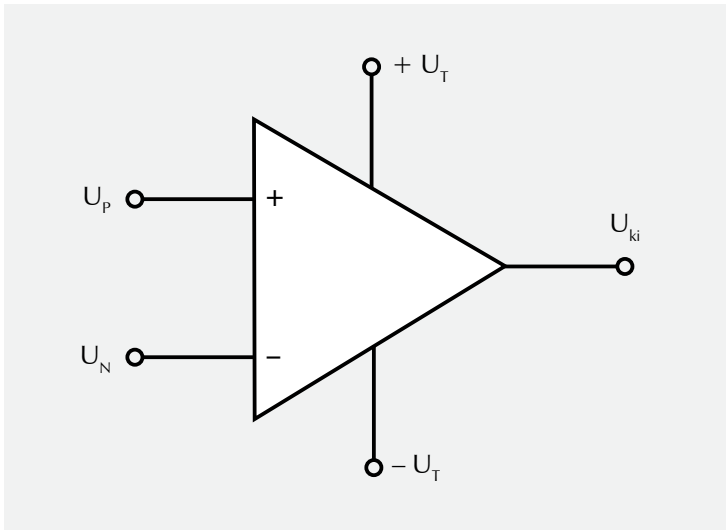
A bioelektromos jeleket többnyire felszíni csészeelektródákkal rögzítjük. A jelfeldolgozás első lépése, amikor a regisztráló elektródán megjelenik a vizsgált jel. Az ideális elektróda jellemzője a jó elektromos vezetőképesség. Az elektródák készülhetnek aranyból, rézből és ezüstből (a felsorolás sorrendjében növekvő elektromos vezetőképesség jellemzi őket). A csésze- vagy korongelektródák hagyományosan arany vagy ezüst bevonatúak, és a jó elektromos vezetőképesség mellett előnyük, hogy ellenállnak a verejték, víz és oxigén korrodáló hatásának is. Az elektródákat elektródapaszta segítségével rögzítjük, ami a vezetőképességet is javítja. Összekapcsolt elektródapárok alkotják a csatornát, mely a köztük lévő feszültségkülönbségek elvezetésére alkalmas.

1.1.2.1.2. Erősítés

A bemeneti jelet – függetlenül attól, hogy bioelektromos vagy átalakított jelről van szó – általában a gyűjtőfejben elhelyezkedő *differenciálerősítő* erősíti fel. A differenciálerősítő olyan erősítő, melynek kimeneti értéke arányos a két bemenet közötti feszültségkülönbséggel. Az adott csatornát alkotó elektródapárról származó jelek a differenciálerősítő két bemeneti pontjára jutnak. Az erősítőben a bejövő jelek azonos elemei kioltódnak (**1.1.1. ábra**). A felerősített jelet a további lépésben az analóg-digitális konverter alakítja át digitális jelekké. Ez már vizuálisan is megjeleníthető, tárolható, valamint alkalmas további átalakításra és elemzésre.

1.1.2.1.3. Analóg jelek szűrése

A mérések során az erősítő kimenetén nemcsak a kívánt biopotenciálok, de különböző belső (biológiai) és külső (technikai) műtermékek is megjelenhetnek.



1.1.1. ábra. Differenciálerősítő sematikus ábrája

Ábramagyarázat: A pozitíval jelölt bemeneti ponton (nem invertáló bemenet) megjelenő feszültség a kimeneti ponton azonos polaritással azonos fázisban, míg a negatívval jelölt bemeneti ponton (invertáló bemenet) megjelenő feszültség a kimeneten fordított polaritással, illetve ellenfázisban jelentkezik. A differenciálerősítő két bemenetén érkező feszültségek felerősített különbsége jelentkezik a kimeneten.

kek is megjelennek. A biológiai műtermékek frekvenciái eltérőek, például az izomeredetű műtermékek magas frekvenciával jelennek meg, míg az izzadási és légzési műtermékek alacsony frekvenciájúak. A szűrés a nem kívánt műtermékek kiküszöbölésére szolgál.

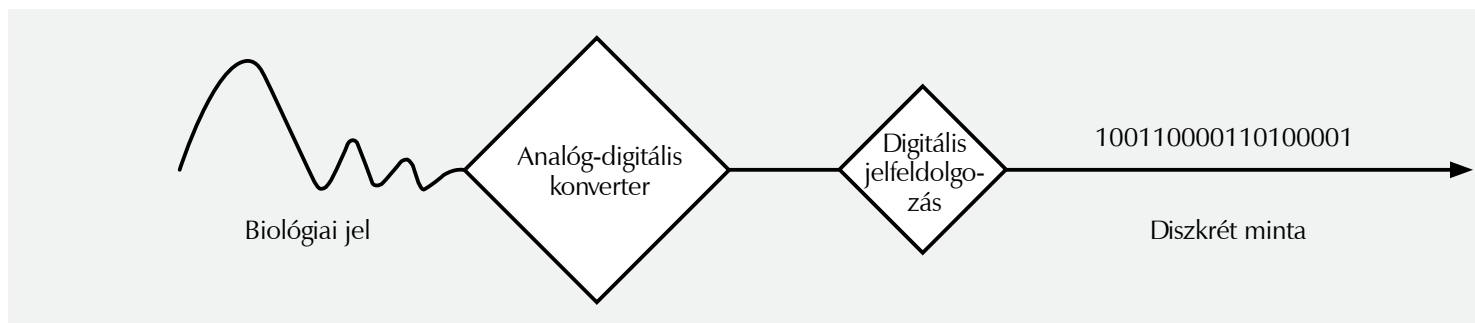
Megkülönböztetünk alulvágó és felülvágó szűrőket.

- Az *alulvágó szűrő* (szinonimája *felül áteresztő szűrő*) olyan áramkör, mely az adott frekvencia alatti frekvenciákat csillapítja, az előlöttieket csillapítás nélkül átengedi.
- A *felülvágó szűrő* (szinonimája *alul áteresztő szűrő*) az adott frekvencia alatti frekvenciájú jeleket változatlanul átengedi, az alatta lévő magasabb frekvenciájú jeleket csillapítja.
- A *szelektív sávszűrő* vagy *lyukszűrő* (*notch filter*) olyan áramkör, amely egy nagyon szűk frekvenciasávot csillapít. Leginkább a hálózati zaj kiszűrésére használjuk (Európában 50 Hz).

Az alul- és felülvágó szűrők segítségével meghatározhatjuk a jelek frekvenciaspektrumot, amelyben vizsgálni kívánjuk a rögzítésre kerülő biológiai jeleket. Tudnunk kell, hogy az analóg szűrők helytelen használata mellett a digitalizált és archivált jel végleges, már nem javítható torzulása jön létre. Hasonló jelenséget eredményez az analóg jeleket nem megfelelően választottuk a mintavételi frekvenciát.

1.1.2.1.4. Analóg-digitális konverzió

Az analóg-digitális konverzió során a folytonos (analóg) biológiai jelek digitális jelek diszkrét (digitális) mintákra történő átalakítása zajmentes. Az *analóg-digitális konverter (ADK)* egy olyan áramkör, amely periodikusan analóg jeleket vesz, majd digitalizálja, a jelek nagyságát számokkal fejezi ki (**1.1.2. ábra**). A digitális jel nemcsak értéket



1.1.2. ábra. Analóg-digitális konverzió sematikus ábrája

Ábramagyarázat: Az analóg-digitális konverter periodikusan analóg jeleket vesz, majd a jelek nagyságát egy számmal fejezi ki.

lesz diszkrét, hanem időben is. Ahhoz, hogy a bioelektromos jelek ne torzuljanak, megfelelő mintavételi frekvenciára van szükség. A *mintavételi frekvencia* a folyamatos (analóg) jel diszkrét (digitális) mintákra bontásának egyik jellemző paramétere, kifejezi, hogy egy másodperc alatt hány alkalommal történt digitális mintavétel a folytonos jelből. Mértékegysége a Hz. A mintavételi frekvenciának legalább kétszer akkora kell lennie, mint a legmagasabb vizsgálni kívánt frekvencia (*Shannon mintavételi törvénye*: egy folytonos idejű jel elvileg tökéletesen visszaállítható mintáiból, ha a mintavételi frekvencia legalább kétszer akkora, mint a jel sávszélessége).

1.1.2.1.5. Jelfeldolgozás

A jelfeldolgozás során az analóg bioelektromos jelekből digitális jelek keletkeztek. A bioelektromos jelek jellemezhetők a polaritásuk-

kal, feszültségükkel, forrásukkal, a regisztráló elektródáktól való távolságukkal és az idővel.

Hagyományosan, amennyiben a *regisztráló elektródán* azonosított feszültség a közösátlag-referens elektródához képest negatív, felfelé irányuló kitérésnek ábrázoljuk. Ez a polaritás. A feszültség a két elektródapáron ugyanazon időben azonosított feszültségkülönbség adja.

Meghatározó még a *referenselektroda*, a *földelektroda* és az *tív elektródák* impedanciája, ami az elektróda és az agy közötti zegen keresztül haladó váltóárammal szembeni ellenállás. Az impedanciát elektródapárok között mérik. Általában kiloohmban (k Ω) fejezik ki. Fontos szempont, hogy az elektródapárok (aktív és referens) impedanciája azonos legyen, és a földlektroda stabil legyen.

1.1.2.1.6. Méréstechnika

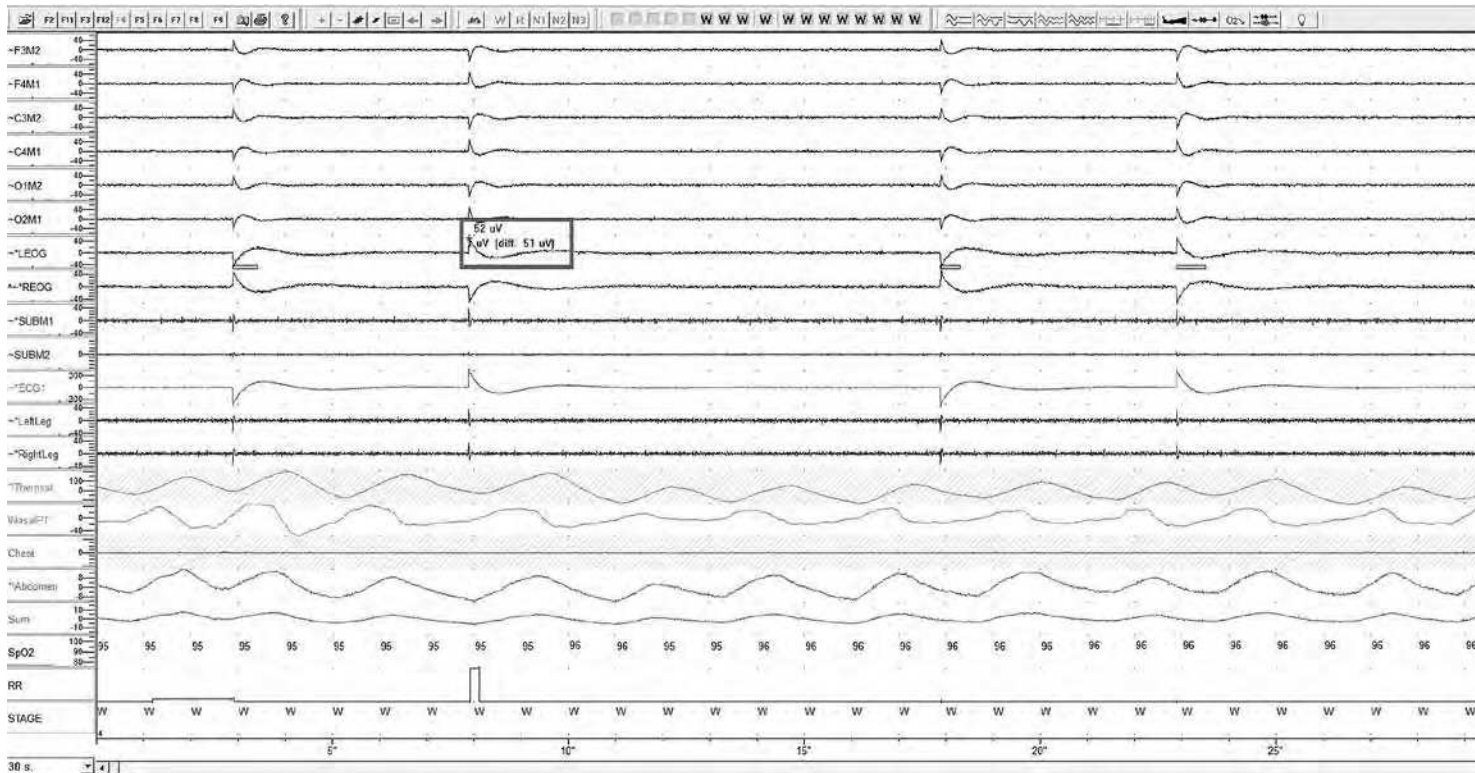
A jelek amplitúdójukkal és frekvenciájukkal jellemezhetők. A képernyőn a vertikális tengelyen ábrázolódnak az amplitúdó, a horizontális tengelyen az idő.

- Az *amplitúdó* a feszültséggel arányos és az EEG-vizsgálatok során mikrovoltban (μV) van meghatározva. Csúcstól csúcsig mérjük. Az EEG az elektródapárok közötti feszültségekülönbséget mutatja, ezért függ az elvezetés típusától. Az EEG-hullám mérete a jel feszültségétől és a kijelző érzékenységétől függ.
- Az *érzékenység* egy EEG-csatorna bemenő feszültsége és a kimeneti kitérés viszonya (a képernyőn). Az érzékenységet mikrovolt/milliméterben mérik ($\mu\text{V}/\text{mm}$). A PSG-vizsgálatok során egységesen használt skálán $50 \mu\text{V} = 10 \text{ mm}$. A jel periodicitása vagy időtartama a frekvenciával jellemezhető. Az érzékenység a vizsgálatok elemzése során szabadon módosítható, az alacsony amplitúdóval jellemezhető jelek képi megjelenítése nagyítható, vagy ellenkező esetben csökkenthető. Az ablakszélesség (papírsebesség) is módosítható, ha precízebb vizuális frekvenciaelemzést szeretnénk végezni.
- A *frekvencia* az ismétlődő hullámok vagy komplexumok teljes ciklusának száma egy másodperc alatt. Mértékegysége a ciklus/szekundum (c/sec) vagy Hertz (Hz). A Hz ajánlott a szinuszoid hullámok frekvenciájának meghatározására, míg a komplex hullámformák leírására a ciklus/szekundum (cps) alkalmasabb.
- Az EEG frekvenciaspektruma öt tartományra oszlik, ezek: a delta-, theta-, alfa-béta- és a gamma-sáv.

1.1.2.1.7. Kalibrációs eljárások

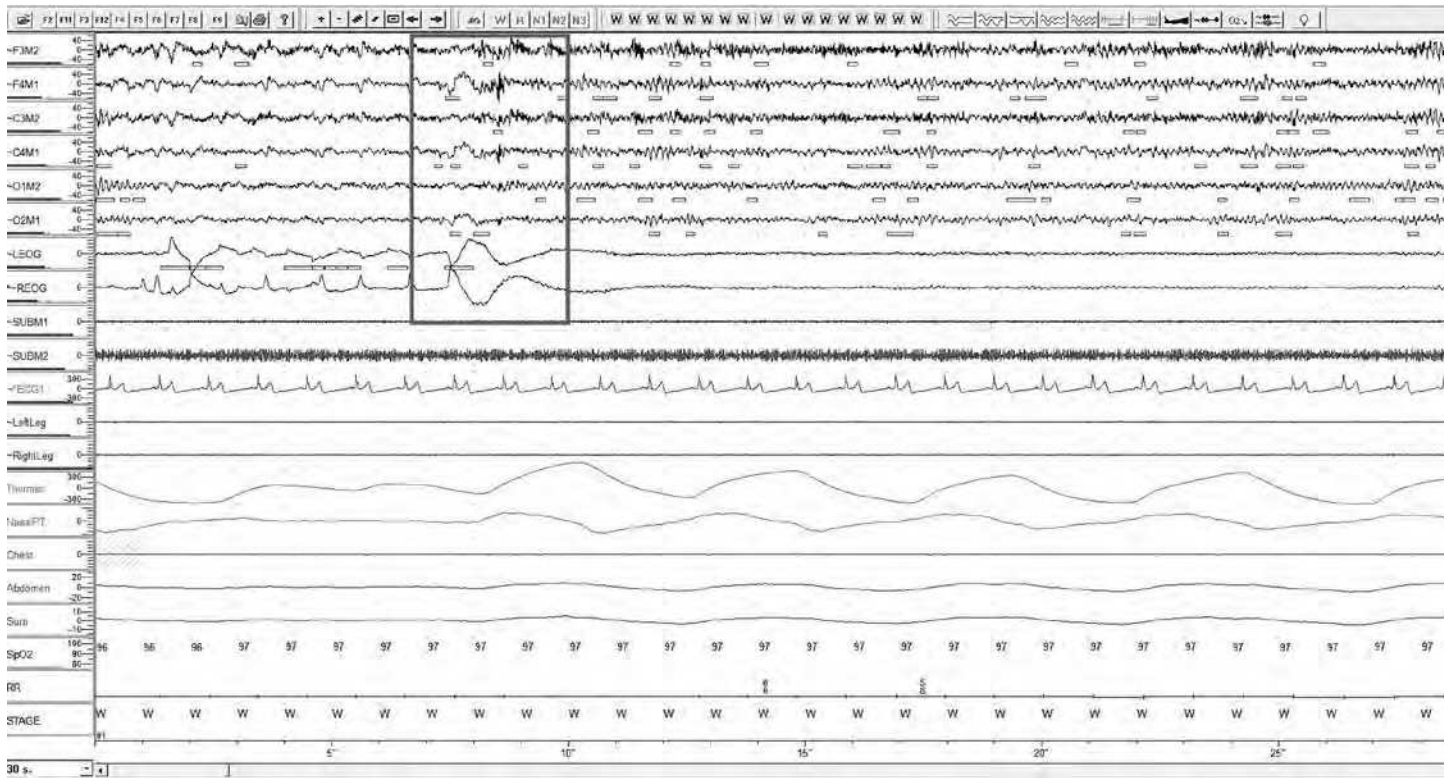
Az EEG és poliszomnográfia hőkorszakában a mechanikus alkatrészek sérülékenysége miatt a gépi kalibráció a mindennapi rutinos és nélkülözhetetlen része volt. Napjainkban, a digitális EEG és poliszomnográfia világában ez szükségtelenné vált (a gyártó még a forgalomba helyezés előtt kalibrálja az eszközöket a helyükön). A mindennapi rutin során, a vizsgálat indításakor az épített szoftver aktiválásával lefuttatott gépi (rendszer) kalibráció során valójában a korrekt szűrési beállításokat ellenőrizzük. Az EEG-csatornákon leadott négyszögimpulzusok segítségével ellenőrizzük, hogy megfelelő amplitúdójú-e a várt szignál (**1.1.3. ábra**). A kalibráció nyugtázását követően indítjuk a vizsgálatot, és további tesztekkel ellenőrizzük. Az alvástechnikus számára hasznos, ha a vizsgálat kezdés előtt a felhelyezett elektródák impedanciáját is ellenőrzi, és amennyiben azt nem találja kielégítőnek, azonnal korrigálja.

A *biokalibráció* során az egyes csatornákon várt biológiai jelek megfelelőségét teszteljük. A vizsgált személy utasításokat követve (szemhunyas, szemnyitás, pislogás, oldal- és vertikális irányú torzított orrlégzés, szájlégzés, lélegzet visszatartása, bizonyos izomcsoportok aktiválása, számolás), míg az alvástechnikus az adott csatornákon erre bekövetkező változásokat értékeli (EEG-aktivitás, szemnyitások, izomtónus-változások, légáramlási jellemzők, oxigénszaturáció változása, mikrofon által közvetített jelek) (**1.1.4. és 1.1.5. ábra**). Amennyiben minden csatorna a várt minőségű jeleket mutat, a vizsgálat folytatható, és megtörténhet a lámpa leoltása. Érdekes vizsgálat végén is megismételni a rendszer- és biokalibrációt is a kezdési és befejezés előtti állapot összevetéséhez, de ez nem történik mindenhol a standard eljárásához.



1.1.3. ábra. Gépi kalibráció

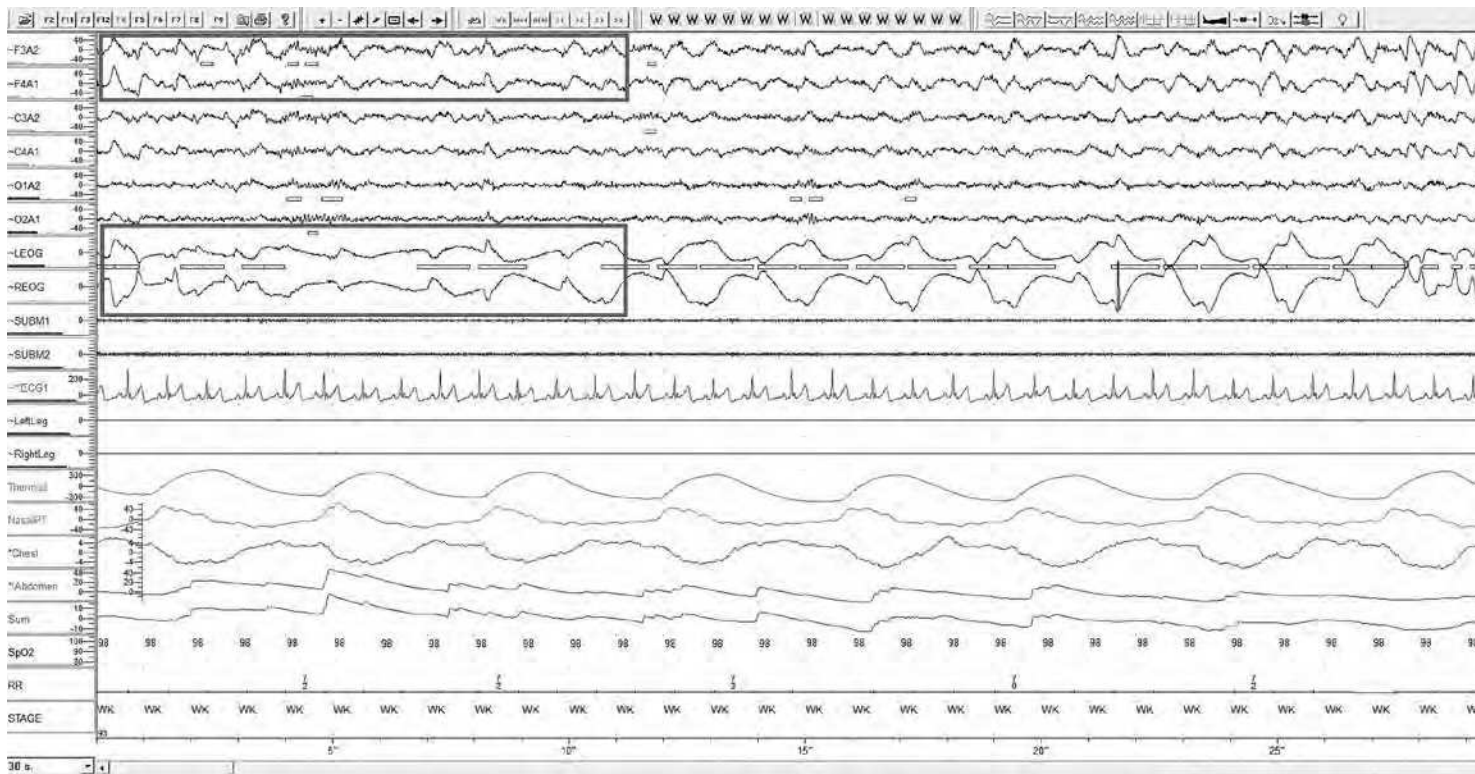
Ábragyarázat: A bal oldali ECG-csatomán ellenőrzött négyszögimpulzus jele a várt 50 uV-os értéket mutatja, azaz a szűrési beállítások megfelelőek.



1.1.4. ábra. Biokalibráció

Ábramagyarázat: Az epoch kezdetén az alacsony amplitúdójú és magasabb frekvenciájú hátsó területi ritmus mellett fürkésző szemmozgások látó az EOG-csatornákon. Szemhunyást követően a hátsó területek felett alfa-ritmus jelentkezik, a szemmozgási műtermékek megszűnnek.

vissza a Tartalomjegyzékhez



1.1.5. ábra. Biokalibráció

Ábramagyarázat: Az előlő EEG-elvezetések felett és az EOG-csatornákon pislogási műtermékek uralják az epoch egészét.

1.1.2.2. Képi megjelenítés – Montázs

Az egyes csatornák elvezetésrendszerét montáznak nevezzük. Megkülönböztetünk bipoláris, közös referens és a mindenkori közös átlag referens montázsokat.

- *Bipoláris montázsról* akkor beszélünk, amikor nincs olyan elektróda, amely valamennyi elvezetésben szerepelne. Legtöbbször a két szomszédos elvezetésben egy elektróda úgy közös, hogy az egyik elvezetésben az erősítő második, míg a következő elvezetésben ugyanazon erősítő első bemenetére van kapcsolva.
- *Közös referens montázs* esetén az összes elektróda egyetlen további elektródával (ez a közös referencia vagy fizikai közös referencia) van összekötve, és az így előálló feszültségkülönbség regisztrálható. A digitális technikák fejlődésével a mindennapi gyakorlatban is egyre nagyobb teret nyert az ún. „matematikai közös referencia”, melyet matematikailag származtatnak a két fülcimpán elhelyezett elektróda és a fizikai közös referencia közti feszültségkülönbségekből.
- *A mindenkori közös átlag referens montázs*: számos vagy az összes EEG-elektrodából képzett, referensként használt átlag. A poliszomnográfia során legtöbbször a közös referens montázst alkalmazzuk (F4-M1, C4-M1, O2-M1). A digitális technika előnye, hogy a montázsok igény szerint és szabadon módosíthatóak a regisztrálás során és azt követően is a szoftver alkalmazásával.

1.1.2.2.1. Hang- és képanyag-feldolgozás és -szinkronizálás

A vizsgált jelenségek még pontosabb elemzését teszi lehetővé a hang- és képanyag digitális, időbeli szinkronizálása a rögzített élet-tani változókhoz. A vizsgálat során a technikusnak lehetősége van

arra, hogy a kórtörténetben jellemzett és szerencsés esetben a felvétel során megjelenő jelenségre irányítsa a kamerát, és növelje annak felbontóképességet is. Az alvás alatti egyszerű vagy komplex mozgási események elemzése ezzel a módszerrel sokkal könnyebbé vált. A felvétel megtekintését követően meghatározható, melyek a lényeges információértékű szakaszok. Elegendő lehet mind az eseményeket megtartani, a kevésbé lényegesek törölhetők, ezzel a tárolási kapacitás is kímélhető.

1.1.3. A poliszomnográfia technikai alapkövetelményei

A poliszomnográfia során ajánlások (AASM – Amerikai Alvás- és Ébrenlét-tudományi Társaság) határozzák meg a vizsgálat minimum- és optimális feltételeit, valamint a kiértékelés szabályrendszerét is (alvástádiumok, az ébrenlét reakció – arousal, kóros légzési és mozgási események, valamint a kardiális események meghatározása).

- *A technikai specifikációk* között szerepel: a vizsgálat hosszát meghatározó regisztráló elektródák minőségével és elhelyezésével kapcsolatos szabály, a szűrési szabályrendszer, a mintavételi frekvenciára vonatkozó nyert adatok képi megjelenítésére vonatkozó javaslatok (lásd a **táblázat**).
- *A minimum feltételek* egyike, hogy legalább 6 óra jól értékelt felvételt kell rögzíteni.
- *A minimum paraméterek* leírása részletezi a különböző csatornák – EEG-, EOG-, EMG-elektrodák – elhelyezését, a kialakított csatornák, a légáramlási és a légzési erő kifejtés, a pulzus

ria és az alvópozíció meghatározásához szükséges vizsgálati és beállítási paramétereket is.

- Az EEG-jelek rögzítése során az elektródák felhelyezése a skalon a nemzetközi 10-20-as rendszernek megfelelően történik. A javasolt elvezetések a jobb frontális (F4), jobb centrális (C4) és jobb okcipitális (O2) elektródák és az ellenoldali masztoid (M1) – mint referens elektróda – által meghatározott csatornák (az agyi elektromos tevékenység rögzítésére tehát közös referens montázst alkalmazunk). A bal frontális (F3), centrális (C3) és okcipitális (O1) elektródák, melyek az ellenoldali (M2) masztoiddal alkotnak csatornákat, biztonsági vagy tartalék elvezetéseként foghatók fel (**1.1.5. ábra**).
- Erősítés: Váltóáramú differenciálerősítőket használunk az EEG-, EOG-, EMC- és EKG-jelek erősítéséhez, míg egyenáramú erősítőket a pulzoximetria és özofageális nyomás monitorizálásához. A légáramlási jelek és légzési effort rögzítése során mind váltóáramú, mind egyenáramú erősítőket használhatunk. Az EEG- és EOG-elektrodák impedanciája 5 kiloohm alatt kell, hogy maradjon.
- Az EOG-vizsgálat során a szemgolyó elülső és hátsó felszíne közötti feszültségkülönbséget használjuk fel. Az EOG-felvétel során a szemgolyó elmozdulása során azonosítható potenciálváltozásokat rögzítik az EOG-csatornák. A bal oldali E1 elektróda a bal külső szemrés alatt 1 cm-re kerül rögzítésre, míg a jobb oldali E2 elektróda a jobb oldali külső szemrés felé kerül 1 cm-rel. Mindkettő referens elektródája a jobb oldali masztoid (M2). Ez az elektródaelrendezés egyaránt lehetővé teszi a felületes alvás (N1-es stádium) alatt megjelenő lassú, unduláló szemmozgások és a REM-alvás alatt megjelenő, gyors, szakkadikus szemmozgások könnyű azonosítását és rögzítését. Szükség szerint kiegészítő

elektródákat használhatunk (infra- vagy szupraorbitálisan) a vertikális szemmozgások detektálására.

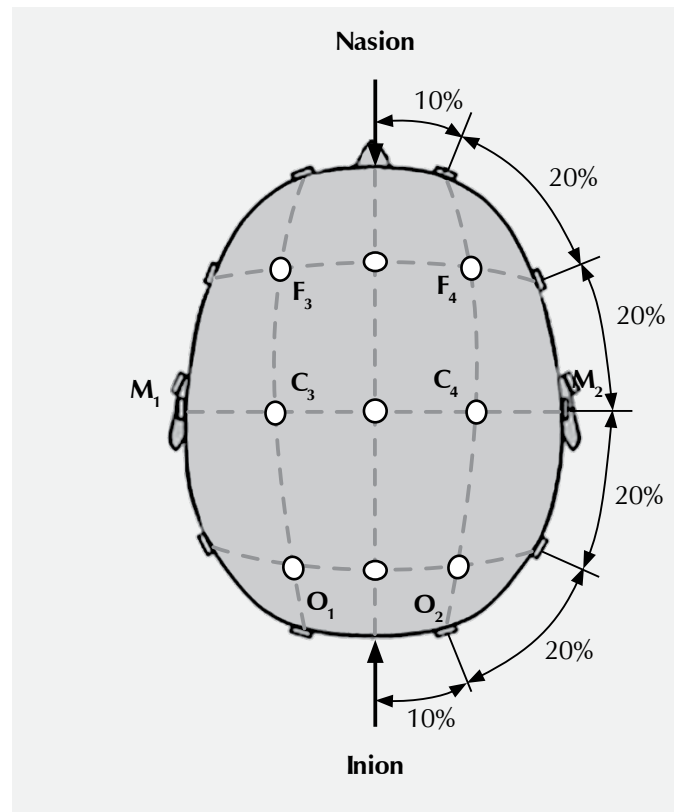
- Az izomtónus meghatározására a mentális, szubmentális rétegben elhelyezett EMC-elektrodák szolgálnak. Az AASM ajánlása szerint 3 elektróda használatos: egy a mandibula alsó szélé felől 1 cm-rel, a középvonalban elhelyezve, míg egy-egy elektróda 2 cm-rel alatta és a középvonaltól 2 cm-rel jobbra és balra. Gyermekkorban végzett vizsgálatok esetén a távolságok az arc méreteinek megfelelően arányosan módosulnak. Az izomtónus-monitorizálás legfontosabb területe a REM-alvás és a REM-alvás során jelentkező ébredési reakciók felismerése. Az alsó végtagokon (m. tibialis anterioron – szimmetrikusan elhelyezett EMC-elektrodák az alvásfüggő lábmozgászavarok azonosításában játszanak főszerepet. Speciális esetekben – REM-függő magatartászavarok, szakai komplex mozgásemények (paraszomniák, éjszakai elcsúszások, lepsiás rohamok) – egyedileg megtervezett elrendezésben az alsó végtagokon is elhelyezhetünk EMC-elektrodákat.
- A horkolás regisztrálásához mikrofont és/vagy nazális nyomásmérő kanült használhatunk.
- A légáramlás, kóros légáramlási jelenségek megfigyelésére nazális nyomásmérő kanült és termisztort használunk. A termisztor elektromos vezetőképessége változik a be- és kilélegzett levegő eltérő hőmérsékletének megfelelően. Számos tanulmány felhívja a figyelmet arra, hogy a hipopnoeák azonosítására sem a nazális, sem az oronazális termisztor nem alkalmas.
- A légzési erő kifejtés (effort) meghatározásához a mindennapi gyakorlatban az indukciós pletizmográfia elvén működő rugalmassági mellkasi és hasi öveket használunk, de az özofageális nyomásmérő érzékenyebb eszköz a légzési effort detektálására.

- Az indukciós pletizmográfia során fontos a szűrők beállítása. Az AASM ajánlása szerint az alulvágó szűrő 0,1 a felülvágó szűrő 15 Hz. A pántokban a szenzor a teljes felszínt lefedve cikcakkban fut végig, ezáltal a vizsgált személy alvópozíciójától függetlenül lehetővé teszi a légzési munka detektálását. A mellkasi és hasi pántok által közvetített jelek külön-külön és összegezve is megjeleníthetők. A paradox légzés során az összegzett jel a származtatott csatornán szignifikáns csökkenést mutat. A jelek torzulását okozhatja azonban, ha túl feszesek vagy túl lazák az övek. Az övek megfelelő elhelyezésével és megfeszítésével ezek a műtermékek megelőzhetők. A mellkasi öveket célszerű az emlők vonalában, míg a hasi öveket nem sokkal a köldök fölött elhelyezni. Az övek feszítettségének meghatározásakor segít az 1/3-2/3-os szabály (megközelítőleg összepántolás előtt az öv a regisztrált terület körfogatának 2/3-át fedje le).
- A kapnográfia sajnos napjainkban sem része a standard polyszomnografiának annak ellenére, hogy a technikai feltételek már sokkal egyszerűbbek és könnyebben elérhetőek. A kapnográfia célja a kilégzési CO₂ parciális nyomás ellenőrzése. Leginkább az

alvási apnoe szindróma gyermekgyógyászati, légzésfüggő ventilációs szindróma, Cheyne–Stokes-légzés és centrális apnoe szindróma diagnosztikájában lenne/van helye.

1.1.6. ábra. Alvásdiagnosztikai EEG-montázs (10-20-as rendszer)

Ábramagyarázat: A skalpelelektrodák elhelyezését a nemzetközi 10-20-as rendszer standardizálja. Négy anatómiai referenciapont segítségével (nasion, inion, preaurikuláris pontok) és a köztük lévő távolság 10, illetve 20%-os távolsággal számolva az elektrodák a koponyamérettől függetlenül közel azonos helyre kerülnek. Az elvezetések helyét nagybetűvel jelölik (Frontális, Parietális, Centrális, Temporális, Okcipitális, Z: középvonal). A betűket követő páros számok a jobb, míg a páratlan számok a bal agyféltekei lokalizációt jelzik.



Csatorna neve	Elektródák; Mintavételi eszközök	Mintavételi frekvencia (Hz) Minimum/Optimális	Alulvágó szűrő (Hz)	Felülvágó szűrő (Hz)
EOG	E1-M2	200/500	0.3	35
EOG	E2-M2	200/500	0.3	35
EMG	Szubmentális 1	200/500	10	100
EMG	Szubmentális 2	200/500	10	100
EEG	F3-M2	200/500	0.3	35
EEG	F4-M1	200/500	0.3	35
EEG	C3-M2	200/500	0.3	35
EEG	C4-M1	200/500	0.3	35
EEG	O1-M2	200/500	0.3	35
EEG	O2-M1	200/500	0.3	35
EKG	Jobb – bal szubklaviculáris	200/500	0.3	70
EMG	Bal alsó végtag	200/500	10	100
EMG	Jobb alsó végtag	200/500	10	100
Thermistor	Thermistor	25/100	0.1	15
Oronazális nyomás	Oronazális nyomásmérő kanül	25/100	DC/0.3	100
Pulzoximetria	Pulzoximetriás szenzor	10/25	nincs	nincs
Mellkasi légzési kitérés	Mellkasi pánt	25/100	0.1	15
Hasi légzési kitérés	Hasi pánt	25/100	0.1	15
Testpozíció	Akcelerométer	1/1	nincs	nincs

1.1.1. táblázat. AASM által javasolt mintavételi, szűrési paraméterek csatornánként

- Az *alvópozíció* meghatározásához legtöbbször a mellkasi pánt-hoz illesztett *akcelerométert* használunk. Fontos, hogy a biológiai kalibráció során az alvástechnikus ellenőrizze a megfelelő felhelyezést (pozíció-jel viszonyokat) és a vizsgálat során összevethető legyen a videón rögzítettekkel, mert könnyen előfordulhat, hogy a pánt és/vagy szenzor elmozdulása miatt nem a valós testpozíciónak megfelelő jelet regisztrál az eszköz.
- A *poliszomnográfia* során végzett EKG kapcsán legtöbbször a módosított Eindhoven II. elvezetést használjuk, mely a különböző ritmuszavarok felismeréséhez elegendő információt nyújt.

1.1.4. A poliszomnográfia adatainak feldolgozási algoritmus

A poliszomnográfia során nyert adatokat több lépésben elemezzük.

- Első lépésben az alvástádiumokat kell meghatároznunk.
- Ezt követi a légzési események, majd a mozgási események és ébredési reakciók elemzése.
- Végül az EKG-csatomán azonosított kóros eseményeket validáljuk.

Az elemzésben az AASM által meghatározott kritériumrendszer kell követnünk, mely precízen megfogalmazza az egyes alvástádiumok, kóros légzési és mozgási események, ébredési reakciók ritmuszavarok definícióit (bővebben lásd az ezzel foglalkozó fejezetekben).

Irodalom

1. Bureš J. Brain and Behaviour: Paradigms for Research in Neural Mechanisms. Wiley, 1988.
2. Géher K. Lineáris hálózatok. Műszaki könyvkiadó. 1968.
3. Iber C, Ancoli-Israel S, Chesson A, Quan SF for the American Academy of Sleep Medicine. The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Sleep-Related Events: Rules, Terminology and Technical Specifications. Westchester: American Academy of Sleep Medicine; 2007.
4. Tietze, U. Schenk, Ch. Analóg és digitális áramkörök. Műszaki Könyvkiadó.

1.2. Az EEG keletkezése, hullámformák, kóros eltérések, izgalmi jelek. Az alvásmegevonásos EEG

Gyimesi Csilla, Janszky József

1.2.1. Bevezetés

Az agy komplex működésének elektrofiziológiai vizsgálómódszerei közül kiemelkedik a széles körben használt elektroencefalográfia (EEG-) vizsgálat, mely az agytevékenységet kísérő elektromágneses változásokat leképező eljárás.

Az egyetlen olyan rutin diagnosztikai módszer, mely az agy *funkcionális állapotát*, annak *dinamikus változásait* képes visszatükrözni úgy, hogy az agytevékenység mind globálisan, mind kiemelt részjelenségeiben tanulmányozható. Az első humán elektroencefalogramokról Hans Berger közölt tudományos adatokat (1929), és az ő nevéhez fűződik számos EEG-alapjelenség leírása is.

Az EEG-hullámok (EEG-grafoelemek sorozatai) a hajas fejbőrön (*noninvazív EEG*) vagy intrakraniálisan (*invazív EEG*) elhelyezett elektródák által közvetített potenciálkülönbség-változásokból speciális átalakítással nyert *vizualizált jelek*, melyek kiterjedt kortikális sejtcsoportok funkcióváltozásait (gátlás és facilitáció) kísérő, fluktuáló elektromágneses térből adódnak.

Az egyes hullámaktivitások bizonyos határokon belül, adott mélyben, életkor- és állapotspecifikus módon fiziológiásan viselkednek, általában állandók, ugyanakkor inter-individuálisan különbségeket mutatnak. A kóros EEG-jelenségek elkülönítése a fiziológiás EEG-től a klinikai gyakorlatban a konzekvensen mutató patológiás EEG-hullámformák megállapításán alapul.

Módszertani korlátaiból adódóan az EEG csak az agytevékenység töredékéről nyújt információt. Mégis egyedülálló abban, hogy noninvazív módon (is) jellemezhető vele az agy globális és regionális funkcionális állapota, és az összes agyműködést vizsgáló eljárás közül a legjobb időbeli felbontást nyújtja. Ezáltal a módszer betekintést enged fiziológiás folyamatok történéseibe, továbbá bizonyos körülményekben mással nem helyettesíthető vagy célszerű kiegészítő diagnosztikai eljárásként alkalmazható.

E fejezetben szó lesz az EEG-vizsgálat neurofiziológiai alapjairól, a vizsgálóeljárás technikai vonatkozásairól, ismertetjük a fiziológiás EEG főbb jellegzetességeit, majd az epilepszia vonatkozásában fontos patológiás EEG-jelenségeket.

1.2.2. Az EEG neurofiziológiai alapjai

Az EEG-hullámok valószínűleg az agykéreg felsőbb rétegeiben zajló neurofiziológiai folyamatokat – legnagyobbbrészt az excitatorikus posztszinaptikus potenciálokat – kísérő elektromágneses mezőpotenciál-ingadozással összefüggő jelenségek.

Az EEG az elektródák közvetítésével az elektródák környezetében lévő agyterület ún. közeli mezőpotenciáljait érzékeli, és a belőlük származó jeleket rögzíti és jeleníti meg. E folyamatba az extracelluláris tér változásai és természetesen az agykéreggel folyamatos kapcsolatot tartó agykéreg alatti struktúrák is beleszólnak. (Az egy adott helyről elvezetett EEG-jelenség részben helyben keletkezett, részben odavezetett elektromos jelenségek együttese.) Az egyes grafoelemek ritmicitása, „oszcillációja” az agy pillanatnyi funkcionális állapotának függvénye; az egyes oszcillációk származási helyei, ún. generátorai csak részben feltártak. Közülük igen nevezetes például az ún. thalamokortikális rendszer, mely aktivitásának fiziológias EEG-korrelátuma az alvás alatti delta-hullám-tevékenység, epilepsziásan módosult változata a generalizált 3/sec tüske- és hullámkomplex-aktivitás.

Attól függően, hogy milyen kiterjedésű és elhelyezkedésű agyterületet kívánunk vizsgálni, többféle vizsgálómódszer létezik, melyek alapvetően összefüggenek az alkalmazandó elektróda jellegével. Figyelembe kell venni azt is, hogy például egy-egy felszíni (skalp) EEG-jel kialakulásához legalább 6–10 cm²-nyi agykéregterület (szinkron) potenciálváltozásainak észlelése szükséges a hajás fejbőr, a koponya, az agyhártyák jelcsillapító hatása miatt. Ezért a *skalp-EEG* felbontása körülírt, finom folyamatok tanulmányozására nem alkalmas.

A fent említett anatómiai-fizikai tényezőket küszöbölhetjük ki, és jóval kisebb felbontású, azaz lokalizáltabb jelenségeket detektál-

hatunk közvetlenül az agyfelszínre helyezett elektródákkal (e. *kortikogram*).

Mélyen fekvő struktúrák folyamatairól kaphatunk információt sztereotaxiás módszerrel implantált *intracerebrális mélyelektroddal*. Sejtszintű pontossággal nyerhetünk adatokat *egysejtvezeték* alkalmas *mikroelektródák* használatával.

A különféle EEG-eljárások a fiziológias neurobiológiai alapok tanulmányozásán túlmenően lehetőséget adnak számunkra a betegség, például az epilepszia jobb megértésére is.

1.2.3. Az EEG technikai háttere

Az EEG-készülékek technikai szempontból a következő nagyfunkcionális és szerkezeti egységekre bonthatók: a jel érzékelését, kódolását, a jel erősítését és az egyes jelösszetevők kiemelését, mások elnyomását létrehozó berendezések, ill. speciális szűrők, amelyek a jel megjelenítését szolgáló berendezések.

A biológiai, analóg szignál a hagyományos írókaros EEG-készülékeken szintén analóg formában jelent meg. A manapság hatékonyan használt, a gyakorlatban lévő komputerezett EEG-készülékekben azonban az analóg szignál egy ún. *analóg-digitális átalakító* segítségével (a gyűjtőrendszerben található) további digitális feldolgozásra és tárolásra alkalmas szignálalakul.

1.2.3.1. Elektródák

Az elektródák használatuktól függően különféle anyagból és formában állnak rendelkezésre. A *skalpelektrodák* vonatkozásában a legeredményesebb az ún. *ezüst/ezüst-klorid (Ag/AgCl) elektródák* használata, melyek formájára jellemző egy lapos, kerek, tálszerű rész, mellyel a bőrre illeszkednek. Az Ag/AgCl elektródákkal (melyek az ún. *nem polarizáló elektródák* közé tartoznak) stabilan felvehető a rutin EEG teljes frekvenciaspektruma. (Az ún. polarizáló elektródák a mindennapokban szintén használhatók, bár a fém–elektrolit határon kialakuló kettős rétegük a töltéshordozók számára kevésbé jól átjárható). Szabály, hogy az egyszerre alkalmazott elektródák ellenállásának hasonlóknak (pl. skalp-EEG esetén leggyakrabban 1 és 5 k Ω közöttinek) kell lenni, illetve fontos, hogy az identikus és az egymással összeköttetésben lévő elektródák ellenállása között ne legyen érdemi eltérés.

1.2.3.2. EEG-erősítők

Az EEG ún. „differenciaerősítők” sorozatait használja fel az agyi elektromágneses jelenségek megjelenítéséhez. Minden egyes erősítőnek két bemenete van („bemenet 1”, „bemenet 2”), az ezekre érkező potenciálok egymásból kivonódnak, és a különbségek felerősített jelei észlelhetőek az erősítők kimenetein.

Csatorna: egy differenciaerősítő kimeneti jelének a megjelenítése. (Az EEG-ben sosem egy adott elektróda abszolút feszültsége jelenítődik meg, hanem mindig két elektróda feszültségkülönbsége.)

1.2.3.3. EEG-szűrők

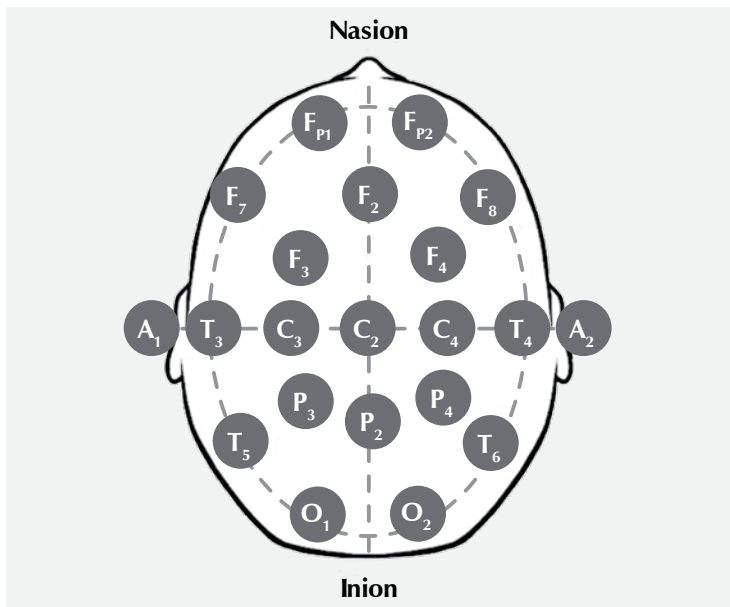
A szokásos EEG-vizsgálat rutinszerűen beállításra kerülő frekvencia-aspektuma: 0,5–70/sec (Hz) közötti. (Agyhalál-megállapítás esetében ez módosítandó 0,1–70/sec [Hz]-re.)

- A **felsőfrekvencia-szűrő** (= mélyáteresztő szűrő) a magas frekvenciákat szűri ki (a felső határfrekvencia 70 Hz).
- Az **alsófrekvencia-szűrő** (= felül áteresztő szűrő) az alacsonyabb frekvenciákat szűri ki (az alsó határfrekvencia 0,5 Hz).
- Az ún. **időálló** (τ) az alsófrekvencia-szűrő határfrekvenciával korrelál: alsófrekvencia-szűrő határfrekvenciája = $1 / (2 \times \tau)$. A szokásos időálló 0,3 s, amely 0,53 Hz-es alsófrekvencia-szűrésnek felel meg ($1 / (2 \times 3,14 \times 0,3 \text{ s}) = 1 / (1,884 \text{ s}) = 0,53 \text{ Hz}$).
- **50 Hz-es frekvenciaszűrő**: a Magyarországon használatos hálózati váltakozó áram frekvenciája 50 Hz, amely műtermékként jelenhet meg az EEG-n, kiszűrésére használatos az 50 Hz-es pótszűrő.

1.2.3.4. Elektródapozíciók és elnevezésük, viszonyítási pontok

Az elektródák elnevezése pozíciójukra utal. Az elnevezés betűk és számból áll; a betűk a megfelelő agykéregrészletre utalnak, a számok az oldaliságra, ahonnan a jel származik.

A következő elnevezések használatosak: Fp: *frontopoláris*; F: *frontális*; C: *centrális*; P: *parietális*; O: *okcipitális* elektróda; Z: *zépvonali* elektróda (zéró). A páros számok a jobb féltékét, a páratlan számok a bal féltékét jelölik (1.2.1. ábra).



1.2.1. ábra. A 10-20-as elektródaelhelyezési rendszer kiindulópontjai (nasion, inion, A1, A2) és elektródapontjai

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0094_neurologia_hu/adatok.html

Az egyes elektródák pozíciója, egymástól való távolsága – lévén, hogy az individuális fejméret ellenére is a legnagyobb pontosságot igyekszik a standardizálás biztosítani – nem abszolút értékek meghatározásán, hanem az elektródák egymáshoz való távolságának ará-

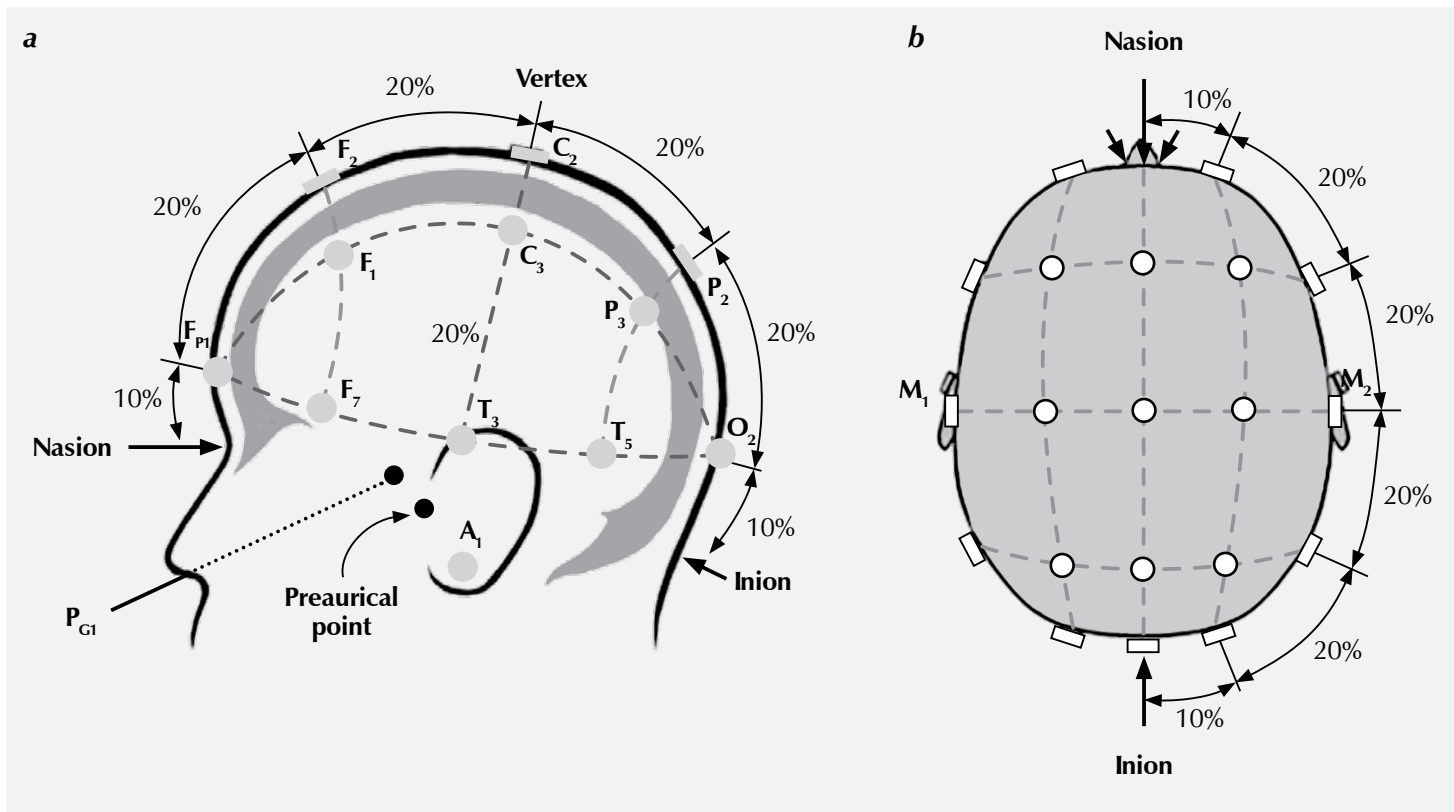
nyán alapszik. Az elektródák pozicionálása rutinszerűen az ún. 10-20-as nemzetközi rendszer alapján történik, mely az elektródák elhelyezését – standard viszonyítási pontok és távolságarányok alapján – szabja meg, individuálisan.

Az elektródák elhelyezése szempontjából a következő kiindulópontok mérvadóak: a nasion (a homlok és az orr közötti legfelsőbb bemélyedés), az inion (a protuberantia occipitalis externa – az okcipitális lebeny középvonalában jól kitapintható kiemelkedés), a jobb és bal oldali preaurikuláris pont (rögtön a fültől felett-előtt tapintható bemélyedés). A négy kiindulópont közötti távolságok meghatározzák a vertexpontot, illetve a vertexen áthaladó elvezető vonalakat. Az egyes elektródapontok a kiindulási pontokból az elvezető vonalakból határozhatók meg az összekötő vonalak ötödik résznyi távolságaiban lévő szakasz(metszés)pontok kijelölésével, melyet az alábbi képek jól szemléltetnek. (1.2.2. és 1.2.3. ábra)

A 10-20-as rendszerben elhelyezett elektródákon túl további elektródák alkalmazásával, sokcsatornás elvezetésekkel bővíthetjük (bizonyos határig) az EEG felbontóképességét. A 10-20-as rendszer analógiája alapján kivitelezhető ún. 10-10-es rendszer, melynek leggyakrabban használt elektródája alkalmazott pl. a preoperatív kivizsgálások során. A 10-10-es rendszerben alkalmazandó elektródák és montázsok egyrészt a standard montázsok alapján, másrészt kiegészítésként mindig a rendelkezésre álló információk alapján célirányosan választandók ki.

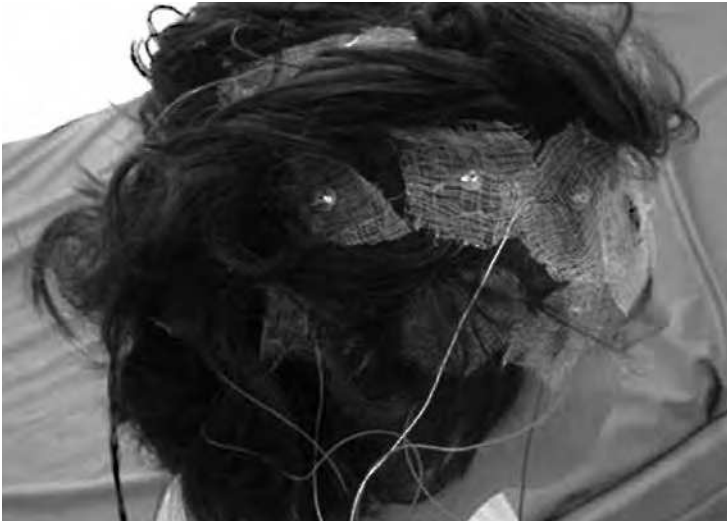
1.2.3.5. Montázsok

Montázsoknak nevezzük több csatorna egyidejű megjelenítését. A montázsok főbb típusai:



1.2.2. ábra. A 10-20-as elektródarendszer kialakításának sémája a kiindulópontok, alapvonalak, szakasz(metszés)-pontok és elektródapontok meghatározásával

Forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0094_neurologia_hu/adatok.html



1.2.3. ábra. Példa az EEG-elektrodák elhelyezkedésére a hajás fejbőrön a gyakorlatban a 10-20-as rendszer alapján

Forrás: PTE Neurológia Klinika, EEG labor http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0094_neurologia_hu/adatok.html

1.2.3.5.1. Bipoláris montázsok

A szomszédos csatornák egy közös elektródával rendelkeznek, de nincs olyan elektróda, amely az összes csatorna kialakításában részt vesz. A bipoláris montázsok ezáltal elektródaláncolatokat alkotnak. Számos variációjuk ismert, a klinikai gyakorlatban leggyakrabban a longitudinális, ún. „banán” kapcsolást és ún. transzverzális kapcsolást használják.

1.2.3.5.2. Referenciamontázsok

Korábbi elnevezésük: „unipoláris montázsok”. A referenciamontázsokban minden egyes elektróda a neki megfelelő differenciaerősítő 1-es bemenetéhez ad jelet, míg az összes differenciaerősítő 2-es bemenetéhez egy meghatározott elektróda (ún. referenciaelektróda) ad jelet. (Lényegében egy kiválasztott jelhez viszonyítjuk az összes többi jelet.) Ún. számított referenciát is lehet alkalmazni, mint a „virtuális átlag referencia” montázsban, ahol az egyes elektródák potenciáljainak számtani középértéke lesz a (virtuális) referenciaelektróda értéke.

1.2.3.6. Invazív és noninvazív elvezetések, elektro-

Az EEG lehet:

- *noninvazív*: az agyi elektromos tevékenységből eredő szignál *extrakraniális* felvétele (skalp-EEG) révén, és lehet
- *invazív EEG*: az agyi elektromos tevékenységből eredő szignál *intrakraniális* felvételével (*extracerebrális*: sphenoidális, foramenok, ovale, epidurális, szubdurális; *intracerebrális* elvezetés). *Amennyiben nem közvetlenül az agyfelszínről elvezetett tevékenységet elektrokranogramnak, az eljárást elektrokranogramnak nevezünk.*

1.2.4. EEG-leletezés

Az egyes EEG-grafolemek egymás után következő sorozatait vizsgáljuk EEG-elvezetésnek, melyet szisztematikusan elemzünk a különböző hullámparaméterek megadásával:

1) frekvencia, 2) amplitúdó, 3) lokalizáció (elhelyezkedés, eloszlás), 4) morfológia, 5) időtartam, 6) reaktivitás.

A hullámok alapvető jellemzője a frekvenciatartományuk, amely alapján elnevezték őket: *alfa*- (8–13/sec), *béta*- (14–40/sec), *gamma*- (>40/sec), *théta*- (4–7/sec), *delta*- (<4/sec) hullámoknak.

Az EEG leletezésekor jellemezni kell a háttértevékenységet és az ebben megjelenő tranzienseket a fenti szempontok alapján. Az EEG-leletezéshez bizonyos klinikai információkat figyelembe kell venni, melyek az ún. EEG-vizsgálati beutalón szerepelnek (ismereni kell a vizsgált személy életkorát, tudatállapotát, az alkalmazott gyógyszerelést, valamint a páciens klinikai állapotát). Fontos, hogy az EEG-vizsgálat milyen kérdésfeltevés céljából készült.

Az EEG-lelet leíróan tartalmazza az EEG-vizsgálat során észlelt valamennyi releváns grafoelem jellemzőjét. A véleményben ez összefoglalásra kerül, megállapítva, hogy fiziológiás vagy patológiás-e az EEG-tevékenység (a patológiás jelenségek kiemelésével), végül mindezek alapján a klinikai kérdésfeltevésnek megfelelő válaszadás történik. Az EEG-leletezés egyik kulcsa az EEG-grafoelemek ismerete, illetve jártasság abban, hogy az adott grafoelem mely jelenség leképeződése lehet.

A következőkben az EEG-grafoelemek részletes ismertetésével foglalkozunk: az EEG-ben leggyakrabban megjelenő műtermékek rövid leírása után bemutatjuk az agyi eredetű fiziológiás és a kóros grafoelemeket.

1.2.4.1. Műtermékek

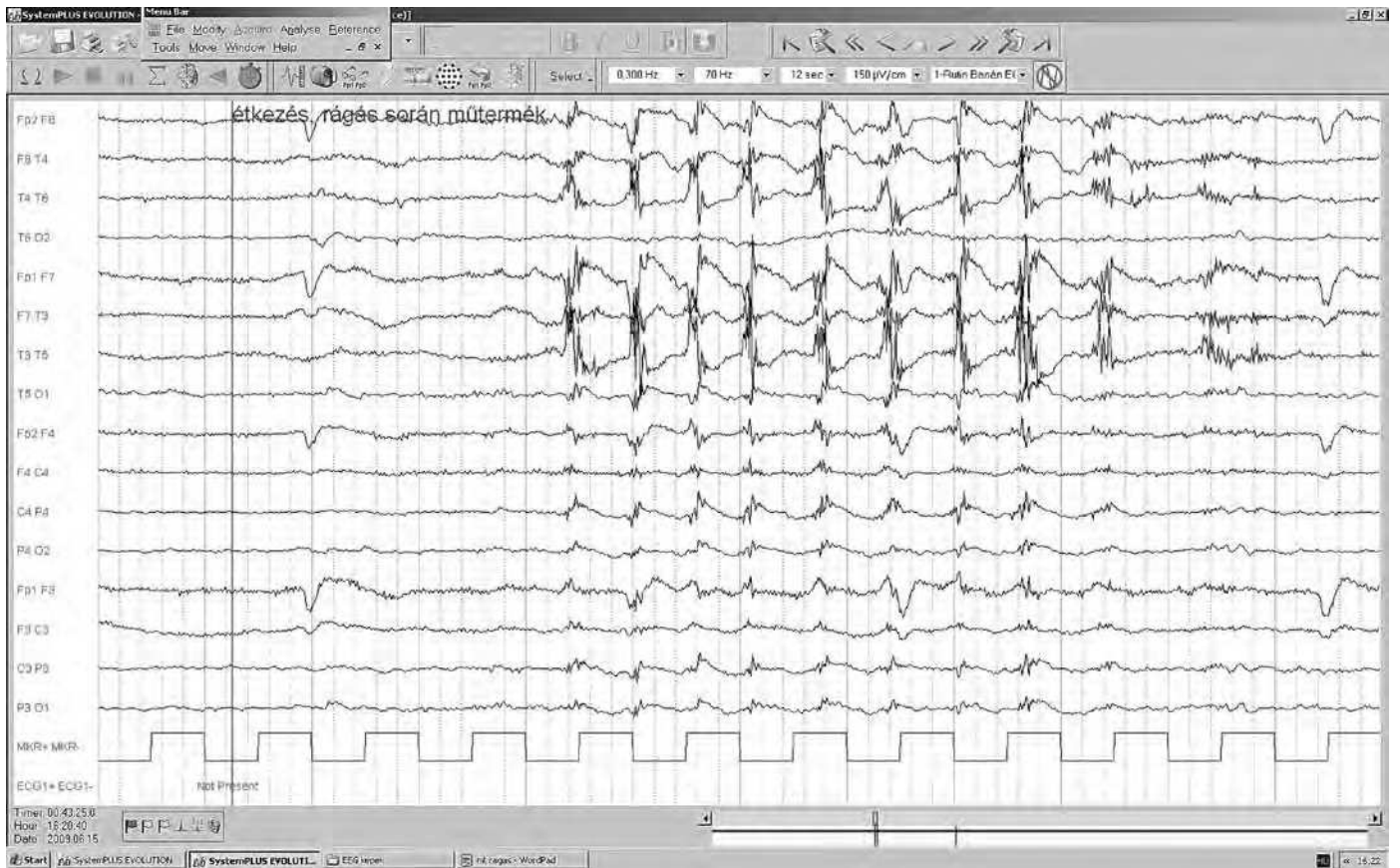
A műtermékek eredetük szerint lehetnek ún. *technikai műtermékek*. Számos műtermék sorolható ide, mint pl. a kábelmozgásból eredő műtermék, az ún. elektróda-műtermékek, a váltóáram okozta mű-

termék. Ezek a műtermékek külső elektromos mezők által vagy vizsgált személy környezetében történt mozgások által jönnek létre. Kiküszöbölésükre kellően kialakított helységekből, homogénen és csony elektródaellenállás-beállítást és nyugodt környezetet szükséges biztosítani. Az ún. *biológiai műtermékek*hez tartoznak az EKG szemmozgásból, nyelvmozgásból, vázizommozgásból eredő műtermékek. A műtermékek ismerete fontos, hiszen a mindennapokban gyakran találkozunk velük, és ismeretük szükséges az agyi eredetű grafoelemektől való elkülönítésükhöz (1.2.4. ábra).

1.2.4.2. A fiziológiás, felnőttkori, extrakraniális (skalp-) EEG fő jellegzetességei

A felnőttek egész napos fiziológiás EEG-aktivitása különböző EEG-grafoelemek sorozata: az ébrenléti EEG-regisztrátumon az alfa- és háttértevékenység a béta-tartománytól a delta-tartományig terjed, és ezen túlmenően jellegzetes aktivitásmintázatok észlelhetők.

Éber állapotban jellemző az alfa- és *my*-ritmus, továbbá a lambda-hullám a béta-tevékenység mellett. Nem kóros regionális lassulás mutatkozik fiatal korban az ún. *fiatalkori okcipitális lassú hullám* (POSWY: posterior slow waves of youth), valamint időskorban a csony arányú temporális théta-aktivitás formájában. Alvásban, az alvás mélységével összefüggésben a théta-/delta-hullámtevékenység mellett típusos mintázatok jelennek meg: a vertexhullám, a POSWY, az alvási orsó és a K-komplexum. Léteznek továbbá ún. normálriánszmintázatok. Ezek nem mindenkiben mutatkoznak, nem függenek össze betegségekkel, mégis morfológiailag nagyon hasonlítanak a kóros grafoelemekre, leggyakrabban az epilepsziára típusos potenciálokhoz (ETP). Idesoroljuk a 6 Hz-es tüske- és hullámkomplexe-



1.2.4. ábra. Étkezés, rágás során kialakuló műtermék

Forrás: PTE Neurológia Klinika, EEG labor http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0094_neurologia_hu/adatok.html

vissza a Tartalomjegyzékhez

Hz spike-and-slow-wave-komplex), a felnőttkori szubklinikus ritmikus elektrográfias elváltozást (*SREDA*), az alvás alatti benignus epileptiform tranziens (*BETS*), a 14 és 6 Hz-es pozitív tüskemintázatot (14 and 6 Hz positiv spike), a wicket spike-ot és az álmoság során észlelhető ritmikus temporális théta-aktivitást (*Rhythmic Temporal Theta of Drowsiness*, RTTD). A normál variánsmintázatok jelentőségük miatt egy külön fejezetben részletesen bemutatjuk.

1.2.4.3. Fiziológiás EEG-jellemzők éber állapotban

1.2.4.3.1. Alfa-ritmus (1.2.5. ábra)

- frekvenciatartománya: 8–13/sec (leggyakrabban 10/sec körüli értékű), intraindividuálisan élethosszig tartóan viszonylag állandó, a frekvenciaingadozás nem haladja meg a ± 1 /sec-ot,
- alkalmanként szinuszoid konfigurációjú és orsószerűen modulált (emelkedő, majd csökkenő amplitúdójú),
- bilaterálisan szinkron mutatkozik,
- okcipitális, parietookcipitális maximumú, de gyakran kiterjed a temporális és/vagy centrális régiókra is,
- amplitúdója bilaterálisan közel szimmetrikus vagy jobb oldalon magasabb,
- amplitúdója átlagosan felnőttkorban 30–90 μV (gyermekkorban magasabb feszültségű),
- részben vagy teljesen „blokkolódik” szemnyitás vagy feszültség (stresszérzet) hatására,
- ha az amplitúdóaszimmetria az 50%-ot meghaladja, az patológiásnak tekintendő (Figyelem!! arteficiális oka is lehet az aszimmetriának például, ha nem azonos az elektródák közötti távolság a jobb és a bal oldalon.)

1.2.4.3.2. Lassú alfa-variáns

- frekvenciája az alfa-tartomány alatt van (ha alfa-ritmus is észlelhető járulékosan, a lassú alfa-variáns frekvenciája ennek az alfa-ritmusnak a fele),
- az alfa-ritmusével egyező lokalizációjú és reaktivitású,
- gyakori, hogy horonyszerűen egymásba kapaszkodó hullámmintázat látható hozzávetőlegesen az alfa-ritmus felének megfelelően, két alfa-hullám részleges fúziója révén,
- az ún. „théta-alaptevékenység” variánsnak megfelelő jelenség.

1.2.4.3.3. Gyors alfa-variáns

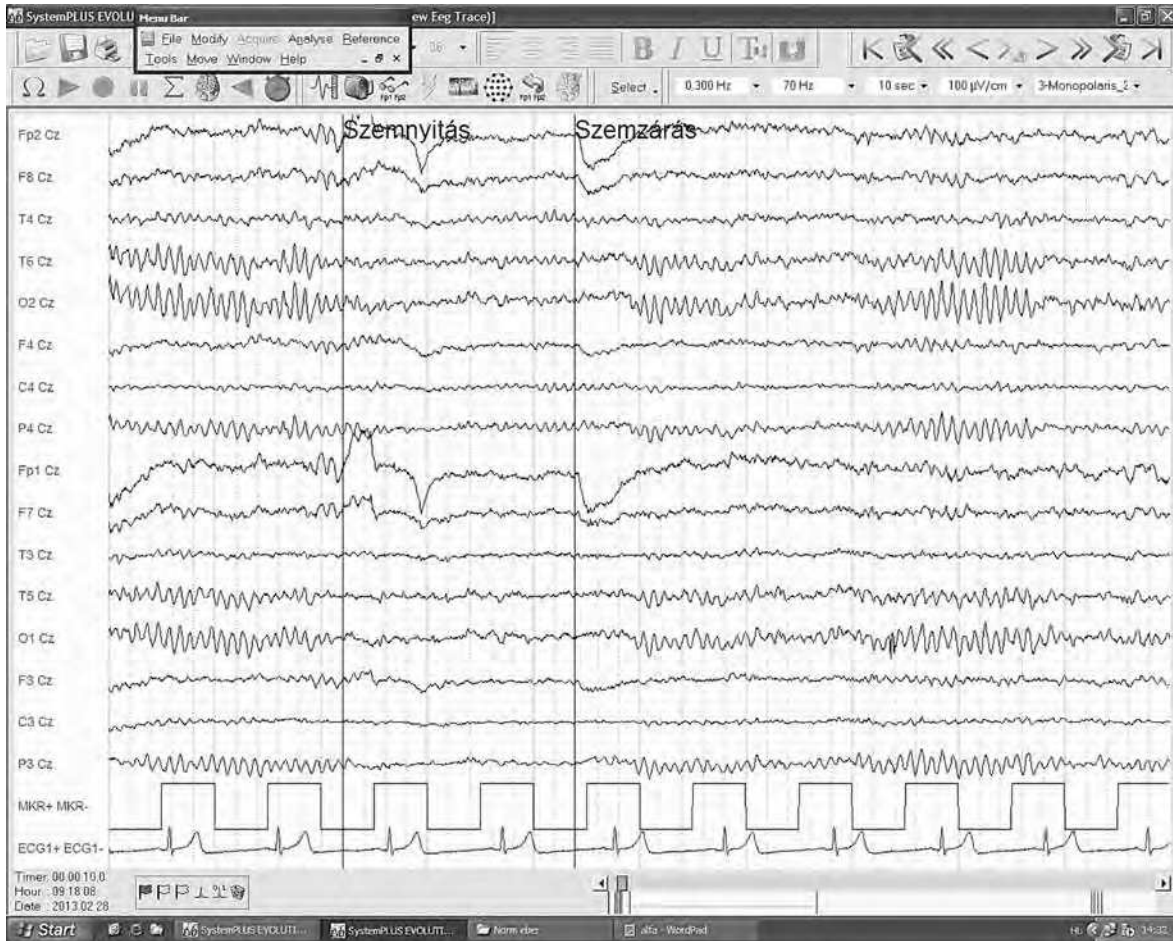
- a frekvencia az alfa-tartomány felett van,
- az alfa-ritmusével egyező lokalizációjú és reaktivitású,
- az ún. „béta-EEG”-nek megfelelő jelenség.

1.2.4.3.4. My-ritmus

- frekvenciatartománya: 8–11/sec (leggyakrabban 10/sec),
- árkádformájú, éles-kihegyezett része negatív, lekerekített része pozitív fázisú,
- a centrális régióra lokalizált,
- bilaterálisan szinkron vagy aszinkron lép fel,
- ellen- (és/vagy azonos) oldali mozgás (illetve ennek elképzelés is) blokkolja, szemnyitásnak nincs hatása rá.

1.2.4.3.5. Béta-aktivitás

- frekvenciatartománya: 14–40/sec, leggyakrabban 15–25/sec értékű,
- minden egészséges egyén EEG-jében megtalálható, külön mértékben,



1.2.5. ábra.
Alfa-ritmus
Alpha-alaptevékenység.
Szemnyitás és szemzárás
hatása az EEG-
alaptevékenységre (csuk
szemmel zajló elvezetés
során alfa-ritmus észlel
mely szemnyitás hatásán
jóval kevésbé kifejezett
beta-ritmus veszi át a he
dominánsan). Vizsgált
személy: 40 éves nő. Éb
tudatállapot. Monopolá
elvezetés (referencia
elektroda: Cz)
 Forrás: PTE Neurológia K
 EEG labor
<http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0094>
 neurologia_hu/adatok.htm

vissza a Tartalomjegyzékhez

- szinuszoid és orsószzerű formákat alkot, melyek összetétele szomszédos frekvenciatartományokból áll,
- frekvenciája változó, irreguláris,
- lokalizációja:
 - leggyakrabban frontocentrális maximumú a kiterjedtsége,
 - posterior területi (gyors alfa-variáns),
 - diffúz (gyakran bizonyos gyógyszerek hatásaként mutatkozik),
- amplitúdója: általában $< 20 \mu\text{V}$, alkalmanként $20\text{--}30 \mu\text{V}$
- amplitúdója magasabb:
 - álmoság, felszínes alvás, REM során,
 - koponyacsont-defektus esetén,
 - bizonyos központi idegrendszeri hatású szerek (benzodiazepinek, barbiturátok) alkalmazása esetén.

1.2.4.3.6. Théta-aktivitás

- kismértékű, alacsony amplitúdójú ($< 30 \mu\text{V}$) $4\text{--}7/\text{sec}$, diffúz théta-aktivitás gyakran része fiatal felnőttek fiziológiás elvezetésének,
- idősebb korban jelentkező temporális théta-aktivitás fiziológiásnak tekinthető, ha jellemzők rá a következők:
 - 60 éves kor felett, $\leq 10\%$ -ban van jelen,
 - bilaterális, aszinkron, sokszor a bal félteke felett hangsúlyosabb,
 - külön álló hullámok vagy rövid sorozataik formájában van jelen.

1.2.4.3.7. Delta-aktivitás

- fiatalkori okcipitális lassú hullám (POSWY: *posterior slow waves of youth*),
- polifázisos potenciál,
- tartama: $0,35\text{--}0,5 \text{ sec}$,

- legkifejezettebben 9 éves korban jelentkezik lányokban, fiúknál kicsit később,
- fiatal felnőtt korban is gyakran fennáll.

1.2.4.3.8. Lambda-hullám

- okcipitális lokalizációjú,
- monofázisos vagy bifázisos, maximuma elektropozitív,
- tartama: $100\text{--}200 \text{ msec}$,
- amplitúdója: általában $< 50 \mu\text{V}$,
- vizuális mintázatok megfigyelése, olvasás hívhatja elő,
- normál populáció EEG-jének kb. 50% -ában figyelhető meg.

1.2.4.4. Fotostimuláció alkalmával

- Önmagában álló (egyszeres) stimulus vagy alacsony frekvenciájú fényfelvillanás/ sorozat esetén a válasz fiziológiás, ha:
 - a válasz mintázata elektropozitív,
 - a válasz megjelenésének késleltetésideje 100 msec ,
 - okcipitális maximumú,
 - morfológiája hasonlít a lambda-hulláméra.
- Magasabb frekvenciájú sorozat-fényfelvillanás esetén a válasz fiziológiás, ha:
 - ritmikus,
 - a válasz frekvenciája függ a stimulus frekvenciájától, leggyakrabban azzal (vagy szubharmonikus frekvenciájával) egyező. Ezt nevezzük „photic driving”-nak.
- A válaszok gyermekkorban és időskorban kifejezettebbek.
- A válaszok lehetnek szimmetrikusak vagy aszimmetrikusak, kor általában jobb oldalon magasabb frekvenciájúak.
- Sokszor egyáltalán nem észlelhető válasz, fiziológiás esetben s

1.2.4.5. Hiperventiláció alkalmával

- Diffúz théta-aktivitás lép fel, majd
- Intermittáló, ritmikus delta-aktivitás, majd
- Folyamatos, ritmusos delta-aktivitás.
- A hatás a rostralis (anterior) régióban a legkifejezettebb.
- A delta-aktivitás amplitúdómaximuma egyik oldalról a másikra változhat, áttolódhat.
- A jelenség legkifejezettebb fiatalokban, megfelelően kivitelezett, markáns hiperventiláció mellett (továbbá megfigyelték, hogy alacsonyabb vércukorszint mellett is).

1.2.4.6. Fiziológiás EEG-jellemzők alvás során

1.2.4.6.1. Elálmosodás, szendergés

- Az alfa-ritmus meglassul, amplitúdója megnő és kiterjedtebben észlelhető (az anterior területek felett is), ezt követően pedig szendergés esetén el is tűnik (ún. alfa „drop out” jelenség) (1.2.6. ábra).
- Théta-ritmus bontakozik ki (1.2.7. ábra).
- A béta-aktivitás először kifejezettebbé válik (alkalomszerűen burstökben), majd fokozatosan visszaszorul.
- 60 éves kor felett 2–4/sec hullámok rövid sorozatai is megjelenhetnek.
- Lassú horizontális szemmozgások jellemzőek.

1.2.4.6.2. Alvás

- Beosztása: alvástádiumok: Non-REM-alvás I–III. mélységfokozatok és a REM-alvás.
- Jellemző, hogy a théta-, majd a delta-hullámok aránya az I-től a III. szintig egyre nő.

- Megjelennek továbbá alvásra specifikus jelenségek, típusjelenségek, mint vertexhullám, POSTS, alvási orsó, K-komplexusok.
- **Vertexhullám (1.2.8. ábra)**
 - Az amplitúdó maximuma az ún. vertexterület (megnevezés az elektrodelektródája: Cz)
 - Fő komponense általában egy éles kontúrú negatív hullám (amelynek hátterében lehet pozitív is).
 - Egymás után, rövid sorozatokban is felléphet.
 - Amplitúdója legmagasabb, konfigurációja legmeredekebb fiatalokban, időskorban pedig tompább lesz.
 - Leggyakrabban felszínes alvásban jelentkeznek.
- **Pozitív okcipitális meredek tranziens alvásban (1.2.9. ábra)**
 - Okcipitális lokalizációjú.
 - Elektropozitív.
 - Monofázisos, éles kontúrú.
 - Önállóan vagy rövid sorozatokban megjelenő.
 - „Lambdoid hullámnak” is nevezik, mivel hasonlít a lambda-hullámra.
 - Majdnem mindenki EEG-elvezetésében megmutatkozik.
- **Alvási orsó (1.2.10. ábra)**
 - Frekvenciatartománya: 13-14/sec.
 - Centrális lokalizációjú.
 - Bilaterálisan szinkron mutatkozik.
 - Non-REM II. alvástádium mélyebb fázisában és a III. alvástádiumban alacsonyabb frekvenciával (10–12/sec) jelenik meg. Lokalizációja frontálisan hangsúlyosabb.
 - Orsószzerűen megjelenő és árkádformájú.

vissza a Tartalomjegyzékhez

- **K-komplexum (1.2.11. ábra)**
 - Bifázisos: egy kezdeti rövid és egy követő lassú hullám formájában jelenik meg.
 - A lassú hullámra orsószzerű formátumú gyorsabb aktivitás szuperponálódik.
 - Az amplitúdó maximuma az ún. vertexterület (megfelelő elektródája: Cz).
 - Non-REM II. alvástáidiumban jellemző.
 - Akusztikus ingerek kiválthatják.
- **Gyors szemmozgásokkal kísért alvástáidium (REM-alvás, Rapid Eye Movement sleep)**
 - Alacsony amplitúdójú EEG-aktivitás jellemzi.
 - Különböző frekvenciatartományú (théta-, béta-, delta-aktivitás) hullámok keveredése alkotja.
 - Gyors, konjugált, horizontális és/vagy vertikális szemmozgások kísérik.

1.2.4.6.3. Ébredés (arousal)

- Lefolyása, komplexitása és tartama függ az alvás mélységétől
- Szendérgésből: frontocentrális alfa-théta aktivitás
- Felszínes alvásból:
 - vertexhullámok
 - frontocentrális alfa-théta aktivitás
- Mély alvásból:
 - magas amplitúdójú delta-aktivitás
 - fronto-centrális alfa-théta aktivitás
- Időtartama: 1–5 sec.

1.2.4.7. Aktivációs eljárások és válaszreakciók

Aktivációs eljárások azok a teszthelyzetek, amelyek során olyan standard szituációkat teremtünk, amelyekben bizonyos diagnosztikus értékkel bíró jelenségek felbukkanásának jóval nagyobb az esélye.

- **Hiperventiláció**

Kivitelezése: 3–5 percig tartó folyamatos, mély ki- és belégzés 15-20/perc gyakorisággal.

Kontraindikációi: abszolút: súlyos szív- és tüdőbetegség, intrakraniális nyomásfokozódás, sarlósejtes anémia; relatív: agyérrendszeri betegség utáni állapot, terhesség, hiperventilációra fellépő rohamok előfordulása anamnézisben.

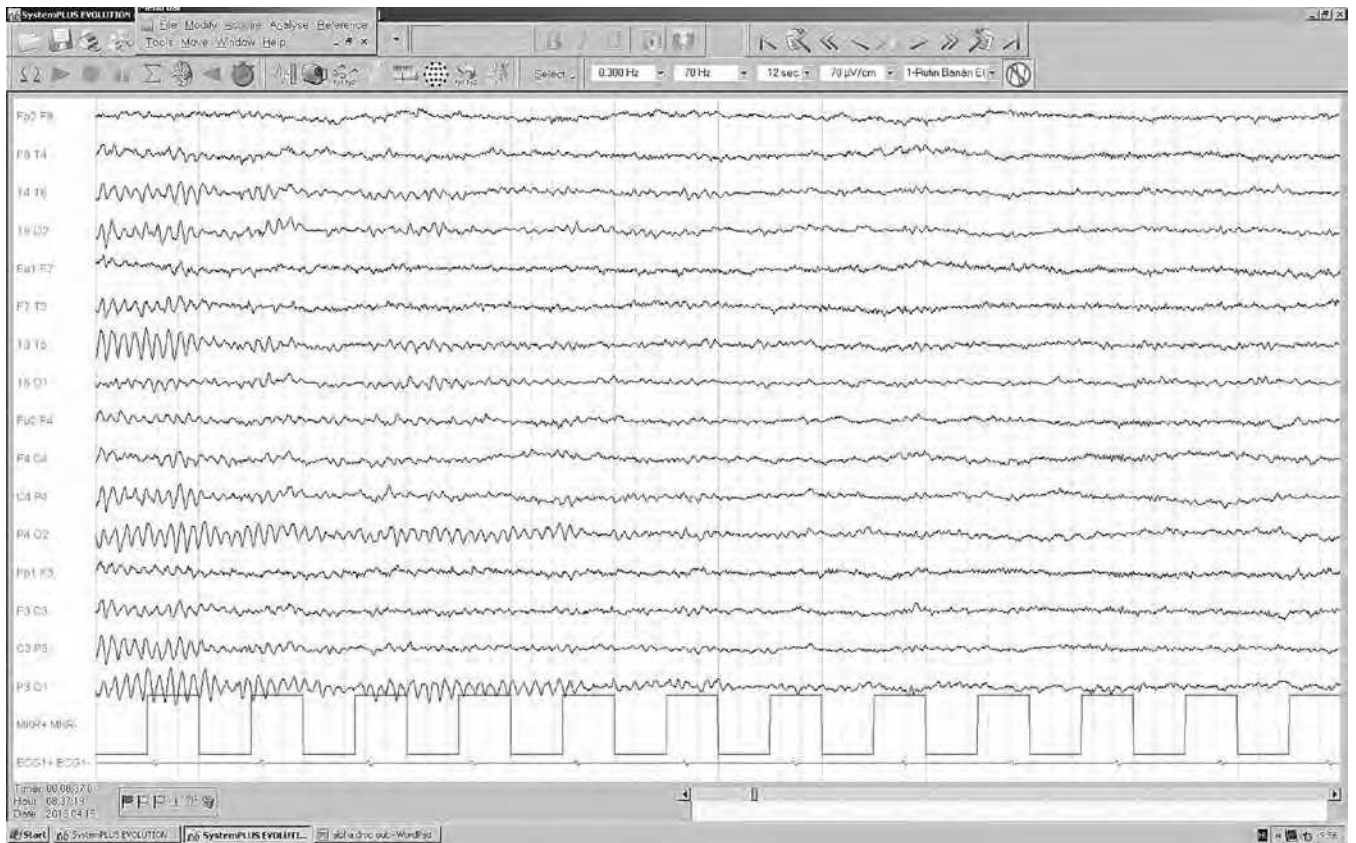
Fiziológias válaszreakció: diffúz théta- vagy intermittáló delta-hullám-aktivitás mutatkozhat, ez legkifejezettebb gyermekkorban. A válaszreakció lecsengése kb. 60-90 sec alatt zajlik le.

Kóros válaszreakció: regionális lassulás, epilepsziára típusos abszolút vagy rohamminta fellépése. A legnagyobb szenzitivitást az eljárásnak idiopátiás generalizált epilepsziában, ezen belül a belső absence-epilepsziában van. Fokális epilepszia diagnózisában a válaszreakció vérsé nyújt segítséget, alkalmasszerűen azonban rohamot hívhat elő.

- **Fotostimuláció**

Kivitelezése: ritmikus fényfelvillanás alkalmazása standard protokoll szerint beállított fényerővel, időtartammal és fényfelvillanás-rátával (általában 1–60Hz), az EEG-képhez csatlakoztatott stroboszkóp használatával.

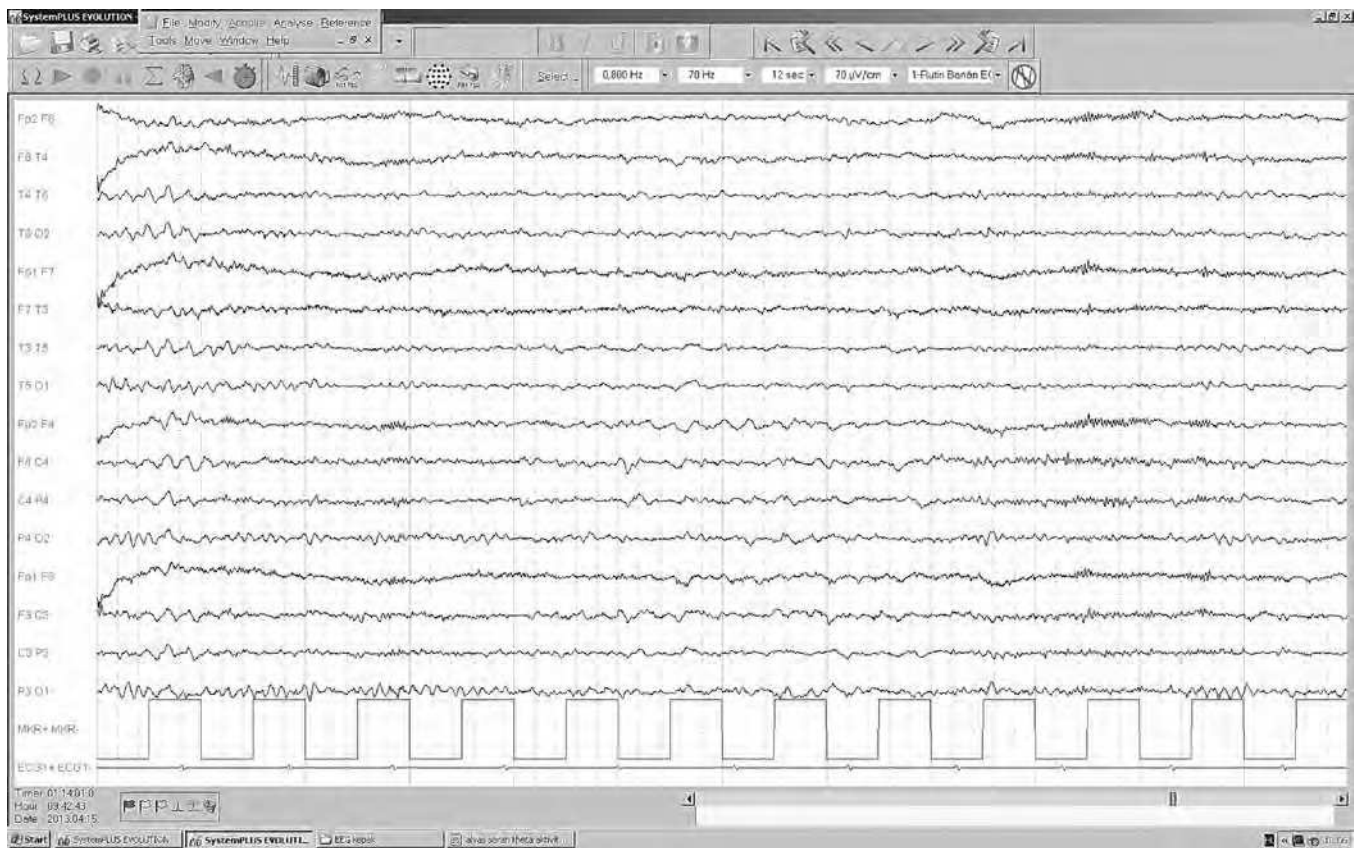
Kontraindikációi: relatív: terhesség, ritmikus fényinger hatására fellépő roham az anamnézisben, továbbá olyan megbetegedések, amelyekben egy roham veszélybe sodorhatja a beteget.



1.2.6. ábra. „Alpha drop out” jelenség. Az éber állapotot követő szendergés során megfigyelhető ún. „alpha drop out” jelenség. A páciens életkora: 51 év. Alvásmegvonást követő hosszú elvezetés; longitudinális elvezetés

Forrás: PTE Neurológia Klinika, EEG labor http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0094_neurologia_hu/adatok.html

vissza a Tartalomjegyzékhez



1.2.7. ábra. Théta-aktivitás és burszókben jelentkező béta-aktivitás alvás során. Alvás során mutatózó théta- és burszókben jelentkező béta-aktivitás. (fiziológiás). A páciens életkora: 51 év. Alvásmegvonást követő hosszú elvezetés; longitudinális elvezetés

Forrás: PTE Neurológia Klinika, EEG labor http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0094_neurologia_hu/adatok.html