

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1 Physiologie und Pathophysiologie der Impulsleitung

M. STÖHR. Mit 9 Abbildungen

1.1 Einleitung	1
1.2 Physiologie der Impulsleitung	2
1.3 Pathophysiologie der Impulsleitung	4
1.3.1 Impulsleitung in demyelinisierten Axonen	4
1.3.1.1 Experimentelle Untersuchungen über Impulsleitungsstörungen in demyelinisierten Axonen	4
1.3.1.2 Klinische und elektrodiagnostische Konsequenzen der Impulsleitungsstörungen bei demyelinisierenden Prozessen	9
1.3.2 Impulsleitung bei Axondegeneration	13
1.4 Nahfeld- und Fernfeldaktivität	14
Literatur	18

Kapitel 2 Somatosensible Reizantworten von Rückenmark und Gehirn (SEP)

M. STÖHR. Mit 129 Abbildungen und 18 Tabellen

2.1 Einleitung	23
2.1.1 Klinische Bedeutung von SEP-Ableitungen	23
2.1.2 Übersicht über wichtige Stimulations- und Ableitetechniken	24
2.2 Anatomie und Physiologie des somatosensiblen Systems	26
2.2.1 Rückenmark und Hirnstamm	28
2.2.2 Thalamus	30
2.2.3 Cortex	31
2.2.3.1 Primäre sensible Rinde	31
2.2.3.2 Verbindungen zwischen sensiblem Cortex und anderen Hirnarealen	32
2.2.3.3 Evozierte Potentiale im somatosensiblen Cortex	33
2.2.3.4 Deszendierende Hemmung im somatosensiblen System	35
2.3 Methodik	35
2.3.1 Äußere und innere Untersuchungsbedingungen	36

2.3.2	Stimulationsorte	38
2.3.2.1	Obere Extremitäten	39
2.3.2.2	Untere Extremitäten	41
2.3.2.3	Gesicht	43
2.3.2.4	Rumpf- und Gliedmaßendermatome	46
2.3.2.5	Nervus pudendus	46
2.3.3	Reizparameter	47
2.3.4	Ableiteorte	51
2.3.5	Verstärker und Averager	56
2.3.6	Potentialregistrierung und -ausmessung	59
2.3.7	Klinische Daten	60
2.4	Normalbefunde	61
2.4.1	SEP nach Armnervenstimulation	62
2.4.1.1	Spinale und subkortikale Reizantworten	62
2.4.1.2	Kortikale Reizantworten	83
2.4.1.3	Anhang: SEP-Untersuchungen bei Neugeborenen und Kleinkindern	94
2.4.2	Somatosensible Reizantworten nach Beinnervenstimulation	97
2.4.2.1	Lumbosakrale Reizantworten (LSEP)	98
2.4.2.2	Zervikale Reizantworten	108
2.4.2.3	Kortikale Reizantworten (SSEP)	112
2.4.3	Kortikale Reizantworten nach Trigemiusstimulation	120
2.4.4	Somatosensible Reizantworten nach Nervus pudendus-Stimulation	126
2.4.5	Beeinflussung der somatosensiblen kortikalen Reizantworten durch physiologische, pharmakologische und untersuchungs- technische Faktoren	127
2.4.5.1	Einflüsse der Bewußtseinslage und sedierender Medikamente	127
2.4.5.2	Einflüsse reizinduzierter myogener Potentiale	128
2.4.5.3	Untersuchungstechnische Einflüsse	128
2.5	Somatosensible Reizantworten bei Erkrankungen des peripheren und zentralen Nervensystems	129
2.5.1	Erkrankungen des peripheren Nervensystems (PNS)	131
2.5.1.1	Pathophysiologische Vorbemerkungen	131
2.5.1.2	Kompressionssyndrome peripherer Nerven	133
2.5.1.3	Traumatische, operative und radiogene Nerven- und Plexusläsionen	138
2.5.1.4	Polyneuropathien	151
2.5.1.5	Systemerkrankungen des peripheren Nervensystems	154
2.5.1.6	Nervenzellläsionen	158
2.5.2	Myelopathien	166
2.5.2.1	Spinale Tumoren	167
2.5.2.2	Zervikale Myelopathie	175
2.5.2.3	Syringomyelie	179
2.5.2.4	Traumatische Rückenmarksläsionen	179
2.5.2.5	SEP-Ableitungen während Rückenmarks- und Wirbelsäulenoperationen	183

2.5.2.6	Vaskuläre Myelopathie	185
2.5.2.7	Entzündliche Rückenmarkserkrankungen (außer MS)	188
2.5.2.8	Friedreichsche Krankheit	191
2.5.2.9	Sonstige Rückenmarkserkrankungen	194
2.5.3	Multiple Sklerose	196
2.5.3.1	Einleitung	196
2.5.3.2	Kortikale und zervikale Reizantworten nach Armervenstimulation	201
2.5.3.3	Somatosensible Reizantworten nach Beinervenstimulation	206
2.5.3.4	SSEP nach Trigeminusstimulation	217
2.5.4	Enzephalopathien	219
2.5.4.1	Hirnstammerkrankungen	220
2.5.4.2	Thalamusläsionen	228
2.5.4.3	Zerebrale Prozesse	232
2.5.4.4	Epilepsie	246
2.5.4.5	Diffuse und multifokale Enzephalopathien	249
Literatur	251

Kapitel 3 Visuell evozierte Potentiale (VEP)

E. ALTENMÜLLER, H. C. DIENER und J. DICHGANS. Mit 34 Abbildungen
und 13 Tabellen

3.1 Einleitung	279
3.1.1	Historische Entwicklung und Begriffsbestimmung	279
3.1.2	Apparative Ausstattung, Methodik und Auswertung visuell evozierter Potentiale	283
3.1.2.1	Verschiedene Reize und ihre Darstellung	283
3.1.2.2	Ableitung visuell evozierter Potentiale	284
3.2 Das normale VEP	288
3.2.1	Elektrophysiologische Grundlagen	288
3.2.2	Generatorstrukturen visuell evozierter Potentiale	289
3.2.2.1	Das Elektretinogramm (ERG)	289
3.2.2.2	Relation der VEP zu neuronalen Strukturen	290
3.2.3	Darstellung und Auswertung der VEP	291
3.2.3.1	Andere Auswerteverfahren	294
3.2.4	Kritische Probandenparameter	297
3.2.4.1	Altersabhängigkeit der VEP	297
3.2.4.2	Geschlecht, Kopfgröße und Körpertemperatur	298
3.2.4.3	Aufmerksamkeit	298
3.2.4.4	Visus, Refraktion und Pupillenweite	299
3.2.5	Kritische Reizparameter	301
3.2.5.1	Leuchtdichte und Kontrast	301
3.2.5.2	Reizfeld, Fixationspunkt, Halbfeldstimulation	303
3.2.5.3	Einfluß der Reizmusterkonfiguration	305
3.2.5.4	Zeitliche Frequenz der Stimulation	308

3.2.5.5	Farbe	308
3.2.5.6	Monokulare und binokulare Stimulation	309
3.2.5.7	Bewegte Reize	310
3.2.5.8	Orientierung des Reizmusters	310
3.2.5.9	Andere Stimulationsverfahren	310
3.2.6	Reproduzierbarkeit der VEP	310
3.3	Pathophysiologie des VEP und ERG	311
3.3.1	Reizspezifität	311
3.3.2	Topische Zuordnung von Läsionen	312
3.3.3	Latenzverzögerung und Amplitudenminderung des VEP	312
3.4	VEP in der Ophthalmologie	314
3.4.1	Objektive Messung des Visus und der Refraktion	314
3.4.2	Amblyopie	317
3.4.3	Andere ophthalmologische Erkrankungen	320
3.4.3.1	Trübung der brechenden Medien; Katarakt	320
3.4.3.2	Glaukom	320
3.4.3.3	VEP bei retinalen Erkrankungen und Nachtblindheit	321
3.4.3.4	Störungen des Farbsinnes	322
3.4.3.5	Ischämische Optikusneuritis	323
3.4.3.6	Stauungspapillen und Papillitis	323
3.4.3.7	Optikusatrophie	323
3.5	VEP bei demyelinisierenden Erkrankungen des ZNS	325
3.5.1	VEP bei Retrobulbärneuritis	325
3.5.1.1	Überlegungen zur Pathophysiologie der Latenzverzögerung bei RBN und MS	328
3.5.1.2	Diagnostische Wertigkeit der VEP bei RBN im Vergleich zu anderen Untersuchungsmethoden	330
3.5.2	VEP bei multipler Sklerose	331
3.5.2.1	Ergebnisse der musterevozierten VEP bei MS	331
3.5.2.2	Ergebnisse der blitzevozierten Potentiale bei MS	335
3.5.2.3	Einfluß der Leuchtdichte auf die diagnostische Treffsicherheit der VEP	337
3.5.2.4	Einfluß von Körpertemperatur und Hyperventilation auf das VEP bei MS	338
3.5.2.5	Spezielle Reizmethoden bei demyelinisierenden Erkrankungen	339
3.5.2.6	Muster-Elektroretinogramm bei demyelinisierenden Erkrankungen	341
3.5.2.7	Verlaufsuntersuchungen mit VEP bei multipler Sklerose	342
3.5.2.8	VEP bei Patienten mit ausschließlich spinaler Symptomatik	344
3.6	Visuell evozierte Potentiale bei zentralen Sehstörungen	344
3.6.1	Gesichtsfelddefekte	344
3.6.2	VEP bei Kompression des Sehnervs und des Chiasmata	348
3.6.3	Objektivierung der Stereopsie	352
3.6.4	Albinismus	352
3.6.5	Intraoperatives Monitoring mit VEP	352

3.7 Verschiedene neurologische Erkrankungen	354
3.7.1 Migräne	354
3.7.2 Friedreich-Ataxie	355
3.7.3 Andere Formen der Ataxie	355
3.7.4 Hereditäre motorische und sensible Neuropathie Typ I	355
3.7.5 Parkinson-Syndrom	356
3.7.6 Chorea Huntington	356
3.7.7 Morbus Wilson	357
3.7.8 Jakob-Creutzfeldt-Erkrankung	357
3.7.9 Senile oder präsenile Demenz	357
3.7.10 Neurosyphilis	357
3.7.11 Pseudotumor cerebri	358
3.7.12 Hydrozephalus	358
3.7.13 Schädel-Hirn-Traumen	358
3.7.14 Koma	359
3.7.15 Neurofibromatosis Recklinghausen	359
3.7.16 Myotone Dystrophie	359
3.7.17 Myoklonusepilepsie	360
3.7.18 Epilepsie	360
3.7.19 Kortikale Blindheit	360
3.7.20 Hysterische Blindheit	362
3.7.21 Psychiatrische Erkrankungen	363
3.8 VEP bei internistischen Erkrankungen	363
3.8.1 Diabetes mellitus	363
3.8.2 Niereninsuffizienz	363
3.8.3 Akute Alkoholintoxikation und chronischer Alkoholismus	364
3.8.4 Veränderungen der VEP durch Medikamente	365
3.9 VEP im Tierexperiment	365
3.10 Zusammenfassung	366
Literatur	367

Kapitel 4 Akustisch evozierte Potentiale (AEP)

U. W. BUETTNER. Mit 50 Abbildungen und 11 Tabellen

4.1 Einleitung	383
4.1.1 Geschichtlicher Rückblick	383
4.1.2 Anatomische Grundlagen	384
4.1.3 Physiologische Grundlagen	386
4.1.3.1 Schall, Schallmessung, Schalleitung	386
4.1.3.2 Elektrische Phänomene und Impulsverarbeitung	389
4.2 Apparative Voraussetzungen und Untersuchungstechnik am Menschen	391
4.3 Klassifizierung akustisch evozierter Potentiale	395

4.4 Frühe akustisch evozierte Potentiale (FAEP)	396
4.4.1 Elektrokochleographie (ECochG)	398
4.4.2 Akustisch evozierte Hirnstammpotentiale (AEHP, BAEP)	400
4.4.2.1 Definition und Indikation	400
4.4.2.2 Spezielle Methodik und Durchführung der Untersuchung	401
4.4.2.3 Normalbefunde und Beurteilungskriterien	402
4.4.2.4 Nichtpathologische Variabilität	406
4.4.2.5 Identifikation der Komponenten	413
4.4.3 AEHP bei Läsionen des Gehörs und der Hörbahn	415
4.4.3.1 Allgemeine Beurteilungskriterien	415
4.4.3.2 Schalleitungs- und Innenohrstörungen	416
4.4.3.3 Encephalomyelitis disseminata	417
4.4.3.4 Raumfordernde Prozesse im Kleinhirnbrückenwinkel und Hirnstamm	422
4.4.3.5 Gefäßmalformationen	428
4.4.3.6 Hirnstammischämien	430
4.4.3.7 Überwachung von Operationen in der hinteren Schädelgrube	434
4.4.3.8 Einzelbefunde	434
4.5 Akustisch evozierte Potentiale mittlerer Latenz	436
4.5.1 Myogene Reflexanteile	436
4.5.2 "Crossed Acoustic Response" (CAR)	439
4.5.3 40-Hz-Antwort	441
4.5.4 Neurogene kortikale Komponenten mittlerer Latenz (MAEP)	441
Literatur	443

Kapitel 5 Wertigkeit der somatosensorisch, visuell und akustisch evozierten Potentiale in der Diagnostik der multiplen Sklerose

H. C. DIENER und J. DICHGANS. Mit 5 Tabellen

5.1 Häufigkeit pathologischer EP-Befunde bei der MS	456
5.2 Identifikation „stummer“ Demyelinisierungsherde mit Hilfe der evozierten Potentiale	457
5.3 Evozierte Potentiale bei rein spinaler Symptomatik	457
5.4 Evozierte Potentiale bei Retrobulbärneuritis	458
5.5 Trefferquote der evozierten Potentiale im Vergleich zu Liquorbefund und Kernspintomographie	459
5.6 Evozierte Potentiale als prognostisches Zeichen	460
5.7 Priorität von Untersuchungsmethoden bei der Diagnostik der multiplen Sklerose	460
5.8 Integration technischer Untersuchungsbefunde in die klinische Diagnose der multiplen Sklerose	461
Literatur	462

Kapitel 6 Evozierte Potentiale in der Intensivmedizin

B. RIFFEL. Mit 18 Abbildungen und 2 Tabellen

6.1 Allgemeine Wertigkeit der multimodal evozierten Potentiale	465
6.1.1 Akustisch evozierte Potentiale (AEP)	465
6.1.2 Somatosensorisch evozierte Potentiale (SEP)	466
6.1.3 Visuell evozierte Potentiale (VEP)	466
6.2 Medikamenten- und Temperatureinflüsse	466
6.3 Intoxikationen und Stoffwechsellentgleisungen	471
6.4 Posttraumatisches Koma	475
6.4.1 Akustisch evozierte Potentiale (AEP)	475
6.4.2 Somatosensorisch evozierte Potentiale (SEP)	479
6.4.3 Visuell evozierte Potentiale (VEP)	481
6.4.4 Wertigkeit der einzelnen Modalitäten	483
6.5 Globale hypoxische Hirnschädigung	484
6.6 Intrakranielle Blutungen	488
6.7 Ischämische Insulte	489
6.8 Entzündliche Hirnerkrankungen	491
6.9 Feststellung des Hirntodes	491
6.9.1 Klinische Diagnose	491
6.9.2 Frühe akustisch evozierte Potentiale (FAEP)	493
6.9.3 Frühe somatosensorisch evozierte Potentiale (SEP)	498
6.9.4 Visuell evozierte Potentiale (VEP)	503
6.9.5 Wertigkeit der einzelnen Modalitäten	503
Literatur	503

Kapitel 7 Ereigniskorrelierte Potentiale (EKP)

H. M. OLBRICH. Mit 23 Abbildungen und 11 Tabellen

7.1 Einleitung	513
7.2 Ereigniskorrelierte Potentiale: Kognitive Prozesse und neurobiologische Substrate	517
7.2.1 Kognitive Prozesse	517
7.2.1.1 Verarbeitungsnegativität	518
7.2.1.2 P3-Komponente	521
7.2.1.3 N400-Komponente	524
7.2.2 Neurobiologische Substrate	525
7.3 Methodik	532
7.3.1 Untersuchungsparadigma	533
7.3.1.1 Reizdarbietung	533
7.3.1.2 Einfluß von Aufgabenrelevanz und Reizwahrscheinlichkeit	536
7.3.1.3 Schwierigkeitsgrad der Aufgabe	540

7.3.2 Registrierung	542
7.3.3 Auswertung	544
7.4 Ereigniskorrelierte Potentiale bei neurologischen und psychiatrischen Erkrankungen	545
7.4.1 Veränderungen der EKP im Alter	545
7.4.2 Organische Psychosen (Hirnleistungsstörungen und dementielle Syndrome)	549
7.4.2.1 Einleitung	549
7.4.2.2 Alzheimer-Typ-Demenz, Multiinfarktdemenz und senile Demenz anderer Ätiologie	550
7.4.2.3 Hirnorganisches Psychosyndrom bei neurologischen und neurochirurgischen Erkrankungen sowie bei toxischen Enzephalopathien	554
7.4.2.4 EKP und klinische Neuropsychologie	561
7.4.3 Funktionelle Psychosen und andere psychische Störungen	563
7.4.3.1 Schizophrenie	563
7.4.3.2 Depression	569
7.4.3.3 Neurosen und Psychopathien	572
7.4.4 Diagnostische Bedeutung der EKP	573
Überblicksliteratur	575
Literatur	576

Kapitel 8 Die mittels Kortexreizung motorisch evozierten Potentiale (MEP)

Ch.W. HESS. Mit 15 Abbildungen und 1 Tabelle

8.1 Einleitung	589
8.2 Physiologische Grundlagen	591
8.3 Methodische Grundlagen	593
8.3.1 Das Prinzip der Magnetstimulation	593
8.3.2 Die reizinduzierte kortikomuskuläre Impulsübermittlung	595
8.3.3 Konfiguration und Position der Reizspule auf dem Kopf	596
8.4 Eigenschaften der motorisch evozierten Potentiale (MEP)	599
8.4.1 Variabilität der Reizantwort	599
8.4.2 Fazilitierung der Reizantworten	600
8.4.3 Einfluß der Reizstärke	603
8.5 Erregung von Hirnnerven durch Magnetstimulation am Kopf	603
8.6 Messung der zentralen motorischen Erregungsleitung und Befunde bei Normalen	605
8.6.1 Technik der Kortexreizung und Wahl der geeigneten Muskeln	605
8.6.2 Messung der peripheren Leitungszeit	607
8.6.2.1 Ermittlung der peripheren Leitungszeit mittels F-Wellen-Latenz	607

8.6.2.2 Ermittlung der peripheren Leitungszeit mittels Reizung der motorischen Wurzeln	608
8.6.2.3 Reizung der absteigenden Bahnen im Rückenmark	610
8.6.3 Normalbefunde der MEP	611
8.7 Befunde bei Patienten	614
8.7.1 Grundsätzliches zur Interpretation pathologischer MEP	614
8.7.2 Multiple Sklerose	615
8.7.3 Myatrophische Lateralsklerose (ALS)	617
8.7.4 Heredoataxien, hereditäre Neuropathien und verwandte degenerative Krankheiten	618
8.7.5 Extrapiramidale Erkrankungen	618
8.7.6 Zervikale Myelopathie	619
8.7.7 Ischämische Hirninfarkte	619
8.8 Sicherheitsfragen und Kontraindikationen	619
Literatur	620
Zusammenfassung der wichtigsten Tabellen	625
Sachverzeichnis	635