

# Inhaltsverzeichnis

Methodische Vorbemerkung	1
<b>1</b> Somatosensorisch evozierte Potentiale (SEP)	5
1.1 Einleitung	5
1.2 Anatomie	5
1.3 Pathophysiologie	7
1.3.1 Entmarkungskrankheiten	7
1.3.2 Axonerkrankungen	8
1.4 Methodik	8
1.4.1 Allgemeine Voraussetzungen	8
1.4.2 Elektrische Nervenstammstimulation	9
1.4.3 Verstärker- und Filtereinstellung	10
1.4.4 Ableitorte	10
1.4.5 Stimulationsorte	12
1.4.5.1 Nervenstammstimulation	12
1.4.5.2 Dermatomeizung	12
1.5 Normalbefunde und Auswertung	14
1.5.1 SEP-beeinflussende Faktoren	15
1.5.1.1 Körpergröße	15
1.5.1.2 Alter	15
1.5.1.3 Geschlecht	16
1.5.1.4 Temperatur	16
1.5.1.5 Pharmakologische Einflüsse	17
1.5.2 Ableitung von SEP nach Armnervenstimulation	17
1.5.2.1 Erb-Potential	17
1.5.2.2 Zervikale SEP-Gipfel	19
1.5.2.3 Thalamische und kortikale Gipfel	20
1.5.3 SEP nach Beinnervenstimulation	21
1.5.3.1 Spinale SEP-Gipfel	23
1.5.3.2 Skalp-SEP	26
1.5.4 SEP nach Dermatomeizung	29
1.5.5 Das Trigeminiis-SEP	30
1.5.6 Das Pudendus-SEP	32

1.6	<b>Klinische Anwendungen der SEP</b> . . . . .	33
1.6.1	Erkrankungen des peripheren Nervensystems . .	33
1.6.1.1	Plexus- und Wurzelaffektionen . . . . .	34
1.6.1.2	Periphere Nervenkompressionssyndrome . . . . .	36
1.6.1.3	Polyneuropathien . . . . .	37
1.6.2	Rückenmarkserkrankungen . . . . .	37
1.6.2.1	Schadenslokalisation . . . . .	38
1.6.2.2	SEP-Befunde bei verschiedenen Rückenmarkserkrankungen . . . . .	40
1.6.3	Encephalomyelitis disseminata . . . . .	43
1.6.3.1	Neuroborreliose . . . . .	46
1.6.4	Zerebrale Erkrankungen . . . . .	47
1.6.4.1	Hirnstammprozesse . . . . .	47
1.6.4.2	Thalamusläsionen . . . . .	48
1.6.4.3	Großhirnläsionen . . . . .	49
1.6.5	Systemerkrankungen . . . . .	50
1.6.5.1	Friedreich-Ataxie (spinale Heredoataxie) . . . . .	50
1.6.5.2	Chorea Huntington . . . . .	51
1.6.5.3	Morbus Parkinson . . . . .	52
1.6.5.4	Hereditäre spastische Paraplegie . . . . .	53
1.6.5.5	Amyotrophe Lateralsklerose . . . . .	53
1.6.5.6	Epilepsien . . . . .	53
1.6.6	Intraoperatives Monitoring . . . . .	53
1.6.7	Koma- und Intensivüberwachung . . . . .	55
1.7	<b>Literatur</b> . . . . .	58
<b>2</b>	<b>Akustisch evozierte Potentiale (AEP)</b> . . . . .	65
2.1	<b>Definition</b> . . . . .	65
2.2	<b>Einführung</b> . . . . .	65
2.3	<b>Geschichtliche Entwicklung</b> . . . . .	67
2.4	<b>Physiologische Grundlagen</b> . . . . .	68
2.5	<b>Anatomische Grundlagen</b> . . . . .	70
2.5.1	Verlauf der Hörbahn . . . . .	70
2.5.2	Topographische Zuordnung der Wellen I–VI . . .	71
2.6	<b>Klassifikation der AEP</b> . . . . .	73
2.7	<b>Terminologie</b> . . . . .	73
2.8	<b>Methodisches Vorgehen</b> . . . . .	76
2.8.1	Sehr frühe akustisch evozierte Potentiale (SFAEP) . . . . .	76
2.8.1.1	Elektrokochleographie (ECochG) . . . . .	76
2.8.1.2	Mikrofonpotentiale (CM) . . . . .	78

2.8.1.3	Summationspotentiale (SP) . . . . .	78
2.8.1.4	Summenaktionspotential (SAP) . . . . .	79
2.8.2	Frühe akustisch evozierte Potentiale (FAEP) . . . . .	84
2.8.2.1	Methodisches Vorgehen . . . . .	84
2.8.2.2	Normwerte sehr früher und früher akustisch evozierter Potentiale (SFAEP und FAEP) . . . . .	84
2.8.2.3	Normwerte mittlerer akustisch evozierter Potentiale (MAEP) . . . . .	87
2.8.2.4	40-Hz-Antwort . . . . .	89
2.8.2.5	Späte akustisch evozierte Potentiale (SAEP) . . . . .	92
2.8.3	Untersuchungen an Kindern . . . . .	94
2.8.3.1	FAEP bei Neugeborenen . . . . .	94
2.8.3.2	Notched-Noise BERA . . . . .	95
2.8.4	Faktoren, die die FAEP verändern . . . . .	99
2.8.5	Wellenidentifikation . . . . .	102
<b>2.9</b>	<b>Klinische Anwendung der FAEP</b> . . . . .	<b>105</b>
2.9.1	Äußeres Ohr und Mittelohr . . . . .	106
2.9.2	Innenohr . . . . .	106
2.9.3	Hochtonhörverlust . . . . .	107
2.9.4	Pantonaler Hörverlust . . . . .	109
2.9.5	Tieftonschwerhörigkeit . . . . .	109
2.9.6	Morbus Menière . . . . .	109
2.9.7	Hochgradiger Hörverlust und Hörrestigkeit . . . . .	109
2.9.8	Hörsturz . . . . .	110
2.9.9	Seltene Erkrankungen aus dem HNO-Bereich . . . . .	111
2.9.10	Erkrankungen des Hörnerven . . . . .	112
2.9.11	Hirnstammerkrankungen . . . . .	115
2.9.11.1	Gefäßprozesse . . . . .	115
2.9.11.2	Multiple Sklerose (MS) . . . . .	119
2.9.11.3	Hirnstammtumore . . . . .	124
2.9.11.4	Entzündungen . . . . .	124
2.9.11.5	Seltene neurologische Krankheitsbilder . . . . .	128
2.9.12	FAEP bei Erkrankung im Kindes- und Jugendalter . . . . .	131
2.9.13	Ereigniskorrelierte Potentiale . . . . .	133
2.9.13.1	Klassifizierung der ereigniskorrelierten Potentiale	133
2.9.13.2	P300 . . . . .	137
2.9.13.3	Methodischer Ablauf . . . . .	138
2.9.13.4	Klinische Anwendung der P300-Welle . . . . .	140
2.9.13.5	P300 bei anderen psychiatrischen Erkrankungen	142
2.9.13.6	P300-Welle in der Psychopharmakologie . . . . .	143
2.9.14	FAEP und Koma . . . . .	143
2.9.15	FAEP bei der Hirntoddiagnostik . . . . .	145
2.9.16	Intraoperativer Einsatz der FAEP . . . . .	147
<b>2.10</b>	<b>Literatur</b> . . . . .	<b>148</b>

---

<b>3</b>	<b>Magnetoelektrisch evozierte Potentiale (MEP) . . . .</b>	<b>155</b>
3.1	Einleitung . . . . .	155
3.2	Anatomie . . . . .	156
3.3	Physikalische Grundlagen . . . . .	157
3.4	Biologische Grundlagen . . . . .	159
3.5	Der Fazilitationseffekt . . . . .	161
3.6	Sicherheit für Patient und Untersucher . . . . .	163
3.7	Methodik . . . . .	164
3.7.1	Allgemeine Voraussetzungen . . . . .	165
3.7.1.1	Ableitorte, Erdung, Verstärkereinstellung, Filter- und Zeitbasis . . . . .	165
3.7.1.2	Reizstärke . . . . .	166
3.7.1.3	Potentialausmessung . . . . .	167
3.7.1.4	Kortikale Stimulation . . . . .	167
3.7.1.5	Spinale Wurzelstimulation . . . . .	168
3.7.1.6	Hirnnervenstimulation . . . . .	171
3.7.1.7	Stimulation peripherer Nerven . . . . .	172
3.7.1.8	F-Wellen-Ableitung . . . . .	173
3.7.1.9	Berechnung der zentralmotorischen Leitungszeit (CMCT) . . . . .	176
3.7.1.10	Triple-/Penta-Stimulation . . . . .	177
3.8	Normalbefunde . . . . .	179
3.8.1	Beeinflussungsmöglichkeiten beim Gesunden . . .	180
3.8.1.1	Körpergröße . . . . .	180
3.8.1.2	Alter . . . . .	181
3.8.1.3	Geschlechtsunterschiede . . . . .	182
3.8.2	Normalwerte . . . . .	183
3.8.2.1	Normalwerte zur oberen Extremität . . . . .	185
3.8.2.2	Normalwerte zur unteren Extremität . . . . .	185
2.8.2.3	Normalbefunde zu den Hirnnerven . . . . .	186
3.9	Klinischer Einsatz . . . . .	188
3.9.1	Encephalomyelitis disseminata . . . . .	188
3.9.2	Amyotrophe Lateralsklerose (ALS) . . . . .	191
3.9.3	Hereditäre spastische Spinalparalyse . . . . .	193
3.9.4	Tropische spastische Paraparese . . . . .	194
3.9.5	Hereditäre motorische und sensorische Neuropathien (HMSN) . . . . .	194
3.9.6	Hereditäre Ataxien . . . . .	194
3.9.7	Schlaganfall . . . . .	195
3.9.8	„Locked-in“-Syndrom . . . . .	196
3.9.9	Basalganglienerkrankungen . . . . .	197

3.9.9.1	M. Parkinson	197
3.9.9.2	M. Wilson-hepatolentikuläre Degeneration	197
3.9.9.3	Chorea Huntington	198
3.9.9.4	Dystonien	198
3.9.10	Erkrankungen des Myelons	200
3.9.10.1	Zervikale Myelopathie	200
3.9.10.2	Atlanto-axiale Instabilität	202
3.9.10.3	Spinale Tumoren	202
3.9.10.4	Syringomyelie	203
3.9.10.5	Spinale Traumen	203
3.9.10.6	Strahlenmyelopathie	203
3.9.10.7	Spinale Ischämie	204
3.9.10.8	Adrenomyeloleukodystrophie	204
3.9.10.9	Funikuläre Myelose	204
3.9.11	Erkrankungen des peripheren Nervensystems (PNS)	204
3.9.11.1	Radikulopathien	204
3.9.11.2	Plexusläsionen	206
3.9.11.3	Guillain-Barré-Syndrom (GBS)	208
3.9.11.4	HIV-Infektion	209
3.9.11.5	Diabetes mellitus	209
3.9.12	Erkrankungen der Hirnnerven	210
3.9.12.1	Idiopathische Fazialisparese	210
3.9.12.2	Trigeminusneuralgie	212
3.9.13	Psychogene Lähmungen	212
3.9.14	Einsatz der Magnetstimulation in der Epilepsiediagnostik	213
3.9.15	Intensivmedizinischer Einsatz der magnetoelektrischen Reizung sowie die Anwendung der Magnetreizung zur prognostischen Beurteilung des intra- und postoperativen Verlaufs	213
3.9.15.1	Medikamentenwirkungen auf die MEP	213
3.9.15.2	MEP bei Hirntod und Koma	214
3.9.15.3	MEP bei der intra- und postoperativen Überwachung	215
3.9.16	Die repetitive transkranielle Magnetstimulation	216
3.10	Literatur	218
<b>4</b>	<b>Visuell evozierte Potentiale (VEP)</b>	<b>227</b>
4.1	Einleitung	227
4.2	Anatomische Voraussetzungen	227
4.3	Physiologie	228

---

4.4	<b>Pathophysiologie</b> .....	231
4.5	<b>Reizdarbietung</b> .....	233
4.6	<b>Technische Voraussetzungen</b> .....	234
4.7	<b>Einflussgrößen des verwendeten Reizes</b> .....	235
4.7.1	Reizkonfiguration .....	235
4.7.2	Gesamtfeldgröße .....	236
4.7.3	Lage des Fixationspunktes .....	236
4.7.4	Mittlere Leuchtdichte .....	237
4.7.5	Kontrast .....	237
4.8	<b>Untersuchungsablauf</b> .....	238
4.8.1	Halbfeldstimulation .....	241
4.8.2	VEP bei Kindern .....	242
4.9	<b>Auswertung und Normalbefunde</b> .....	242
4.10	<b>Faktoren, die die VEP beim Gesunden beeinflussen</b> .....	245
4.10.1	Alter .....	245
4.10.2	Geschlecht .....	246
4.10.3	Pupillenweite .....	246
4.10.4	Visus und Refraktion .....	246
4.10.5	Augenbewegungen und Nystagmus .....	247
4.10.6	Pharmaka .....	247
4.11	<b>Einsatz der Blitz-VEP</b> .....	247
4.12	<b>Klinische Anwendung der VEP</b> .....	249
4.12.1	Demyelinisierende Erkrankungen .....	250
4.12.1.1	Akute Retrobulbärneuritis .....	250
4.12.1.2	Rückbildungsphase der akuten Retrobulbärneuritis und Langzeitverläufe .....	251
4.12.1.3	Multiple Sklerose .....	252
4.12.1.4	Andere entzündliche Erkrankungen des ZNS und seiner Hüllen .....	254
4.12.2	<b>VEP bei neurologischen Systemerkrankungen und Erbkrankheiten</b> .....	257
4.12.2.1	Chorea Huntington .....	257
4.12.2.2	Morbus Parkinson .....	257
4.12.2.3	Hereditäre motorisch-sensible Neuropathie Typ I (HMSN I) .....	258
4.12.2.4	Hereditäre motorisch-sensible Neuropathie Typ II (HMSN II) .....	258
4.12.2.5	Friedreich-Ataxie .....	258
4.12.2.6	Hereditäre Optikusatrophie .....	258
4.12.2.7	Dystrophia myotonica .....	259
4.12.2.8	Morbus Wilson .....	259

---

4.12.3	VEP bei Kompressionen des N. opticus und des Chiasma opticum .....	259
4.12.4	Toxische Optikusläsionen .....	261
4.12.4.1	Ethambutol .....	261
4.12.4.2	Alkohol .....	262
4.12.5	VEP bei vaskulären Erkrankungen .....	262
4.12.5.1	Ischämische Optikusneuritis .....	262
4.12.5.2	Zentrale vaskuläre Erkrankungen .....	263
4.12.6	Kortikale Blindheit .....	264
4.12.7	VEP bei Hormonstörungen und Stoffwechselerkrankungen .....	264
4.12.7.1	VEP bei Urämie .....	264
4.12.7.2	VEP bei hepatischer Encephalopathie .....	264
4.12.7.3	VEP bei Diabetes mellitus .....	265
4.12.7.4	VEP bei endokriner Orbitopathie .....	265
4.12.7.5	Vitamin-B12-Mangel .....	266
4.12.8	VEP bei unterschiedlichen Krankheitsbildern ...	266
4.12.8.1	Epilepsie .....	266
4.12.8.2	VEP bei Pseudotumor cerebri .....	266
4.12.8.3	Morbus Alzheimer .....	267
4.12.8.4	Psychogene Visusminderung oder Blindheit ...	267
4.12.8.5	VEP bei Schilddrüsenerkrankungen .....	268
4.12.9	VEP bei der intraoperativen Überwachung und beim intensivmedizinischen Einsatz .....	268
4.12.10	VEP bei Augenkrankheiten .....	269
4.12.10.1	VEP bei Erkrankungen der Netzhaut .....	269
4.12.10.2	Stauungspapille .....	270
4.12.10.3	Glaukom .....	270
4.12.10.4	Drusenpapille .....	271
4.12.10.5	Amblyopie .....	271
4.13	Literatur .....	271
<b>Anhang: Normwerttabellen .....</b>		<b>277</b>
<b>Sachverzeichnis .....</b>		<b>291</b>