



Michael Reiß · Gilfe Reiß

Gleichgewichts- diagnostik

Videonystagmographie
und neue Untersuchungsmethoden

 Springer

Gleichgewichtsdiagnostik

Michael Reiß
Gilfe Reiß

Gleichgewichts- diagnostik

Videonystagmographie und neue Untersuchungsmethoden

Mit Beiträgen von Frank Waldfahrer

Mit 69 größtenteils farbigen Abbildungen

Michael Reiß
Klinik für HNO-Heilkunde
Eblandklinikum Radebeul
Radebeul

Gilfe Reiß
Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie
Universitätsklinikum Dresden
Dresden

ISBN 978-3-662-45324-7
DOI 10.1007/978-3-662-45325-4

ISBN 978-3-662-45325-4 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über ► <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Fotonachweis Umschlag: © PD Dr. Michael Reiß, Eblandklinikum Radebeul

Satz: Crest Premedia Solutions (P) Ltd., Pune, India

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer-Verlag ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
(www.springer.com)

Vorwort

Schwindel und Gleichgewichtsstörungen sind nach Kopfschmerzen das häufigste Symptom, das zu einem Arztbesuch führt. Die Diagnostik von Schwindel und Gleichgewichtsstörungen ist interdisziplinär geprägt und tangiert eine Reihe von Fachgebieten. Verschiedene diagnostische Teilbereiche müssen bei der Untersuchung berücksichtigt werden. Dazu zählen neben der Anamnese und der klinischen Untersuchung auch die apparativen Verfahren. Die kalorische Videonystagmographie (VNG) ist hierbei ein wichtiger Teilaspekt.

Die Idee, ein Buch über die kalorische VNG zu schreiben, entstand bereits schon vor vielen Jahren. Nach der stürmischen Entwicklung der apparativen Techniken und vor allem der videobasierten Einführung des Kopfpulstestes erschien uns die alleinige Abhandlung des ursprünglich vorgesehenen Themas als zu unvollständig und zu einseitig. Da auch mit der Kalorik nur einer von insgesamt fünf Rezeptoren erfasst wird, hatten wir uns entschlossen, nicht nur weitere apparative Verfahren mit aufzunehmen, sondern auch vor allem die modernen bzw. aktuellen Methoden zu berücksichtigen. Zudem sind in den letzten Jahren im deutschsprachigen Raum kaum Bücher zur Vestibularisdiagnostik erschienen, obwohl sich auf dem Gebiet der Diagnostik viel getan hat.

Andererseits gibt es verschiedene Gründe, sich mit der kalorischen VNG zu befassen bzw. eine neue Abhandlung zu verfassen:

- Es ist nach wie vor eine wichtige und einfache Untersuchungsmethode.
- Die Methode ist weit verbreitet.
- Es ist die älteste Form der seitengetrenten Funktionsuntersuchung des Gleichgewichtssystems.
- Die Palette ist hinsichtlich der Befunde weit gefächert.
- Die meisten Darstellungen in der Literatur beziehen sich nur auf die Nystagmusfrequenz oder die Elektronystagmographie (ENG) und nicht auf die Geschwindigkeit der langsamen Phase (GLP) und die VNG.
- Es existieren nur wenige Zusammenstellungen bezüglich der Ergebnisse der kalorischen Untersuchung.
- Vor allem jüngere, aber auch erfahrene Kollegen haben immer wieder Probleme bei der Interpretation der Ergebnisse.

Daher soll der kalorischen Prüfung in diesem Buch ein breiter Raum eingeräumt werden. Ein Ziel ist es, die wichtigsten Ergebnisse der Kalorik zusammenzustellen, wobei es sich nur um eine Auswahl handeln kann.

Da Anamnese und klinische Untersuchung durch die apparativen Tests nicht ersetzt werden können und einen wichtigen Bestandteil der Diagnostik darstellen, kann natürlich auf deren Darstellung nicht verzichtet werden. Wir möchten hier noch einmal daran erinnern bzw. bekräftigen, dass Anamnese und klinische Untersuchung nach wie vor an erster Stelle der Diagnostik stehen und die wichtigsten diagnostischen Werkzeuge darstellen. Anatomische und physiologische Aspekte werden als Grundlage der Diagnostik ebenfalls besprochen und runden das Buch ab. Im letzten Buchabschnitt werden noch einmal die Untersuchungen bei Schwindelbeschwerden allgemein, das Vorgehen beim akuten Schwindel und die diagnostischen Besonderheiten bei den einzelnen Krankheitsbildern zusammengefasst.

Dieses Buch ist somit eine Bestandsaufnahme der thermischen Prüfung und des derzeitigen Stands der Gleichgewichtsdiagnostik aus Hals-Nasen-Ohrenärztlicher Sicht. Die Behandlung von Schwindel und Gleichgewichtsstörungen wurde dagegen von den Herausgebern bereits in einem anderen Buch 2010 (2. Auflage) dargestellt.

Wiederholungen im Text und in den einzelnen Abschnitten sind zum besseren Verständnis beabsichtigt, auch um die Kapitel in sich geschlossen darzustellen.

Es ist den Herausgebern eine angenehme Pflicht, den zahlreichen Helfern, die direkt und indirekt an der Entstehung des Buches beteiligt waren, ihren Dank auszusprechen. Unseren ganz besonderen Dank gilt Herrn Kollegen Waldfahrer, Erlangen, mit dem wir schon öfter zusammengearbeitet haben, und der wie immer ganz unproblematisch und in hervorragender Qualität die Kapitel über die apparative und über die neue Diagnostik verfasst hat.

Ganz besonders danken wir den Mitarbeiterinnen der Funktionsdiagnostik des Klinikums Radebeul, die über Jahre mit hohem Engagement und sehr gewissenhaft die Untersuchungen bei den Patienten durchführten.

Dem Springer-Verlag und seinen Mitarbeitern – stellvertretend Herrn Dr. Richter – und dem Lektor, Herrn Andreas Spector, möchten wir für die ausgezeichnete Zusammenarbeit, für die verständnisvolle und unermüdliche Hilfe sowie die Geduld bei der Umsetzung des Buches recht herzlich danken.

Michael Reiß

Gilfe Reiß

Radebeul und Dresden, im Juni 2015

Abkürzungsverzeichnis

a-VOR	angulärer vestibulookulärer Reflex
BPLS	benigner paroxysmaler Lagerungs- schwindel
CISS	constructive interference in steady state
CNG	Computernystagmographie
CT	Computertomographie
CTSIB	clinical test of sensory interaction and balance
c-VEMP	zervikal vestibulär evozierte myogene Potenziale
ENG	Elektronnystagmographie
GA	Gesamtamplitude
GLP	Geschwindigkeit der langsamen Phase
HINTS	head impulse test - nystagmus - skew deviation
h-VOR	vestibulookulärer Reflex des horizontalen Bogengangs
KIT	Kopfpulstest
LARP	linker anteriorer und rechter posteriorer Bogengang
l-VOR	linearer vestibulookulärer Reflex
MCT	motorischer Kontroll-Test
MRT	Magnetresonanztomographie
o-VEMP	okulär vestibulär evozierte myogene Potenziale
OTR	ocular tilt reaction
PAN	positional alcohol nystagmus, positiona- ler Alkoholnystagmus
PENG	Photo-Elektro-Nystagmographie
RALP	rechter anteriorer und linker posteriorer Bogengang
RÜ	Richtungsüberwiegen
SD	Seitendifferenz
SPN	Spontan-nystagmus
v-KIT	Video-Kopfpulstest
VEMP	vestibulär evozierte myogene Potenziale
VNG	Videonystagmographie
VOG	Videookulographie
VOR	vestibulookulärer Reflex

Inhaltsverzeichnis

1	Anatomische und physiologische Grundlagen	1
	<i>Michael Reiß, Gilfe Reiß</i>	
1.1	Anatomie	2
1.2	Physiologische und pathophysiologische Aspekte	4
1.2.1	Funktion des Gleichgewichtssystems	4
1.2.2	Augenbewegungssysteme	4
1.2.3	Nystagmus	6
1.2.4	Funktionsstörungen	8
	Literatur	9
2	Anamnese und klinische Untersuchung	11
	<i>Michael Reiß, Gilfe Reiß</i>	
2.1	Anamnese	12
2.1.1	Art des Schwindels	12
2.1.2	Zeitliche Charakteristik	13
2.1.3	Auslösefaktoren – Verstärkung/Besserung des Schwindels	13
2.1.4	Begleitsymptome	14
2.1.5	Weitere wichtige Informationen	14
2.2	Klinische Untersuchung	15
2.2.1	Inspektion	15
2.2.2	Fahndung bzw. Registrierung von Nystagmus bzw. Augenbewegungen	16
2.2.3	Kopfpulstest (KIT)	18
2.2.4	Neuroophthalmologische Untersuchungen	19
2.2.5	Provokationstests	20
2.2.6	Untersuchung der vestibulospinalen Reaktionen	22
2.2.7	Koordinationsprüfungen	22
	Literatur	23
3	Überblick über die apparative Diagnostik von Gleichgewichtsstörungen	25
	<i>Frank Waldfahrer</i>	
3.1	Untersuchungen unter Verwendung des Drehstuhls	26
3.1.1	Konzentrische Rotation	27
3.1.2	Exzentrische Rotation	27
3.2	Okulomotorische Untersuchungen	28
3.2.1	Optokinetik	28
3.2.2	Untersuchung der glatten, langsamen Blickfolge	28
3.2.3	Untersuchung der Sakkaden	29
3.3	Untersuchungsverfahren ohne Nystagmographie	29
3.3.1	Statische Posturographie	29
3.3.2	Dynamische Posturographie	34
3.3.3	Dynamische Sehschärfe	36
3.3.4	Fundusfotographie	37
3.3.5	Messung der Alkohol-Konzentration in der Atemluft	37
3.3.6	Elektrokochleographie	37
	Literatur	37

4	Registrierung von Augenbewegungen (»eye-tracking«)	39
	<i>Gilfe Reiß, Michael Reiß</i>	
4.1	Einleitung	40
4.2	Nystagmusparameter	41
4.3	Leuchtbrillenuntersuchung – Frenzel-Brille	42
4.4	Apparative Nystagmuserfassung	42
4.4.1	Übersicht und historische Entwicklung	42
4.4.2	Elektronystagmographie (ENG).....	43
4.4.3	Videonystagmographie (VNG) – Videookulographie (VOG) – Lichtreflexionen.....	44
4.4.4	Search-Coil-Technik (induktive Kontaktlinsen Technik).....	47
4.5	Auswahl des geeigneten Systems zur Analyse von Augenbewegungen	47
	Literatur	48
5	Ausgewählte Beispiele für Nystagmusaufzeichnungen	49
	<i>Michael Reiß, Gilfe Reiß</i>	
5.1	Beispiele für Spontanystagmusaufzeichnungen	50
5.1.1	Qualitative Aspekte.....	50
5.1.2	Quantitative Aspekte	50
5.1.3	Artefaktmöglichkeiten, Fehlerquellen und Besonderheiten	57
5.2	Lageprüfung	59
	Literatur	63
6	Thermische Prüfung: Grundlagen	65
	<i>Michael Reiß, Gilfe Reiß</i>	
6.1	Einleitung	66
6.2	Geschichtliche Aspekte	66
6.3	Physikalische und physiologische Grundlagen	67
6.3.1	Wärmetransport.....	67
6.3.2	Mechanismen am Bogengang	67
6.4	Durchführung und Technik der thermischen Prüfung	69
6.4.1	Präkalorische Maßnahmen.....	69
6.4.2	Kopf- und Körperpositionen	70
6.4.3	Spültechnik	70
6.4.4	Variablen bei der Kalorisation	71
6.4.5	Modifikationen der thermischen Reizung	73
6.4.6	Blickfixation.....	73
6.4.7	Standardisierungsmaßnahmen.....	74
6.5	Streubreite und Einflussfaktoren	74
6.5.1	Streubreite der thermischen Untersuchungsergebnisse	74
6.5.2	Einflussfaktoren bei der Gleichgewichtsprüfung	74
6.6	Parameter, Auswertung, Interpretation und Darstellung der postkalorischen Nystagmusreaktion	76
6.6.1	Parameter bei der Kalorik	76
6.6.2	Interpretation und Befundkonstellation	77
6.6.3	Mathematische Auswertung	77
6.6.4	Dokumentation	80
6.7	Sonderuntersuchungen	82
6.7.1	Gravitationsabhängige Analyse (»Wendetest«)	82

6.7.2	Einzelwiederholungskalorisation	83
6.8	Vor- und Nachteile der kalorischen Prüfung	83
	Literatur	84
7	Thermische Prüfung: Befunde	85
	<i>Michael Reiß, Gilfe Reiß</i>	
7.1	»Klassische« Befunde der thermischen Prüfung	86
7.1.1	Normalbefunde	86
7.1.2	Einseitige Störungen	86
7.1.3	Beidseitige Vestibularisstörung (bilaterale Vestibulopathie)	92
7.1.4	Richtungsüberwiegen (RÜ)	94
7.1.5	Überreaktion	97
7.1.6	Sonstige Reaktionsformen	98
7.2	Spezielle Befunde der thermischen Prüfung	98
7.2.1	Kalorisation mit zwei Spülungen	98
7.2.2	Wendetest	102
7.2.3	Vergleich Wasser- und Luftkalorisation	105
7.2.4	»Atypische« Befunde und Fehler	105
	Literatur	112
8	Video-Kopfpulstest (v-KIT)	115
	<i>Frank Waldfahrer</i>	
8.1	Geschichte	116
8.2	Definition	116
8.3	Methode	116
8.4	Indikation	117
8.5	Auswertung	117
8.6	Wichtige Befunde	118
	Literatur	119
9	Vestibulär evozierte myogene Potenziale (c-VEMP und o-VEMP)	121
	<i>Frank Waldfahrer</i>	
9.1	Geschichte	122
9.2	Definition	122
9.2.1	c-VEMPs	122
9.2.2	o-VEMPs	123
9.3	Methode	123
9.3.1	c-VEMPs	123
9.3.2	o-VEMPs	123
9.4	Indikation	124
9.5	Auswertung	124
9.6	Wichtige Befunde	124
	Literatur	125
10	Praktisches Vorgehen bei der Diagnostik von Gleichgewichtsstörungen	127
	<i>Michael Reiß, Gilfe Reiß</i>	
10.1	Allgemeines Vorgehen	128
10.2	Vorgehen beim akuten (Notfall) Schwindel	129

10.3	Diagnostisches und apparatives Vorgehen bei einzelnen Krankheitsbildern	130
10.3.1	Benigner paroxysmaler Lagerungsschwindel (BPLS)	130
10.3.2	Akute Neuritis vestibularis	131
10.3.3	Morbus Menière	132
10.3.4	Bilaterale Vestibulopathie	133
10.3.5	Dehiszenzsyndrom	133
10.3.6	Vestibularisschwannom	134
10.3.7	Weitere Krankheitsbilder	134
	Literatur	135

Serviceeteil

Stichwortverzeichnis	138
-----------------------------------	-----

Autorenverzeichnis

Reiß, Gilfe, Dr. med.

Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie
Universitätsklinikum Dresden
Fetscherstraße 74
01307 Dresden
gilfe.reiss@uniklinikum-dresden.de

Reiß, Michael, PD Dr. med. habil.

Klinik für HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie
Elblandkliniken Stiftung & Co.KG
Elblandklinikum Radebeul
Heinrich-Zille-Straße 13
01445 Radebeul
michael.reiss@elblandkliniken.de

Waldfahrer, Frank, Dr. med.

Hals-Nasen-Ohren-Klinik, Kopf- und Halschirurgie
Universitätsklinikum Erlangen
Waldstraße 1
91054 Erlangen
frank.waldfahrer@uk-erlangen.de

Anatomische und physiologische Grundlagen

Michael Reiß, Gilfe Reiß

- 1.1 Anatomie – 2**
- 1.2 Physiologische und pathophysiologische Aspekte – 4**
 - 1.2.1 Funktion des Gleichgewichtssystems – 4
 - 1.2.2 Augenbewegungssysteme – 4
 - 1.2.3 Nystagmus – 6
 - 1.2.4 Funktionsstörungen – 8
- Literatur – 9**

1.1 Anatomie

Phylogenetisch ist das Gleichgewichtsorgan eines der ältesten Sinnessysteme, wenn nicht das älteste überhaupt. Vor über 600 Millionen Jahren gab es bereits beim Hohltier Statozysten zur Wahrnehmung der Schwerkraft. Beim Menschen wird das Ohr in der Embryonalentwicklung als erstes aller Sinnesorgane angelegt. Die Entwicklung des Innenohrs beginnt in der 6. Woche.

➤ Zum Gleichgewichtssystem gehören das Vestibularorgan, der Vestibularnerv und die Vestibulariskerne im Hirnstamm.

Im Innenohr jeder Seite befindet sich jeweils ein Gleichgewichtsorgan mit seinen Teilorganen, die in Form des knöchernen Labyrinths im Felsenbein eingebettet sind. Der cochleäre Anteil des Labyrinths liegt vorne und die Bogengänge hinten. Beide bilden eine Längsachse, die von hinten oben lateral nach vorn unten medial verläuft. Die Cochlea befindet sich demnach vorne medial und die Bogengänge hinten lateral.

Das knöcherner Labyrinth besteht aus sehr festem enchondralen Knochen, welcher nach Frakturen nicht in der Lage ist, Kallus zu bilden. Das häutige Labyrinth besteht aus den Bogengängen, den drei Drehbeschleunigungsrezeptoren, sowie den Otolithenapparaten Sakkulus, den zwei Linearbeschleunigungsmessgeräten, und enthält Peri- und Endolymphe.

Man unterscheidet die folgenden Bogengänge

- **Seitlicher, horizontaler bzw. lateraler (vor allem aus chirurgischer Sicht) Bogengang.** Dieser wird auch als horizontaler bezeichnet, obwohl er bei aufrechter Körperhaltung nicht genau waagrecht liegt. Er steht zur Körperachse in einem Winkel von 60°. Erst bei Vorwärtsneigung des Kopfes um 30° liegt der laterale Bogengang horizontal. Beachtet werden sollte seine Lage zum Antrum mastoideum und zum N. facialis.

- **Vorderer bzw. oberer (ebenfalls aus chirurgischer Sicht), anteriorer bzw. superiorer Bogengang.** Dieser ist vertikal ausgerichtet und erreicht als Eminentia arcuata die mittlere Schädelgrube.
- **Hinterer bzw. posteriorer Bogengang.** Dieser steht ebenfalls vertikal, befindet sich jedoch rechtwinklig zum oberen Bogengang.

Die Bogengänge münden mit den fünf Öffnungen in den Utrikulus. Der hintere Bogengang reicht mit seinem unteren Schenkel und der Ampulle am weitesten nach unten und stellt damit für Otokonien eine Prädiktionsstelle dar.

Die drei Bogengänge stehen annähernd in den drei Hauptrichtungen des Raumes und repräsentieren die einzelnen Dimensionen. Sie registrieren die Bewegungsreize in den drei Raumrichtungen bei Bewegungen des Kopfes.

Die Hauptachsen der beiden Otolithenorgane Sakkulus und Utrikulus stehen in einem Winkel von 90° zueinander, wobei der Sakkulus senkrecht steht. Zur Horizontalen bilden der horizontale Bogengang und der Utrikulus einen nach vorne offenen Winkel von 30°. Beim Gehen vor allem auf unebener Fläche wird der Kopf leicht nach vorne geneigt, sodass die horizontalen Bogengänge weitestgehend horizontal ausgerichtet sind. Dadurch wird eine optimale Arbeitsebene erzielt.

Die vertikalen Bogengänge sind so angeordnet, dass sich der rechte anteriore und der linke posteriore Bogengang in einer Ebene befinden. Diese optimalen Stimulationsebenen bezeichnet man entsprechend der Lage als RALP- (rechter anteriorer und linker posteriorer Bogengang) und als LARP-Ebene (linker anteriorer und rechter posteriorer Bogengang). Zueinander gehörige Bogengänge einer Ebene werden damit immer gemeinsam beschleunigt, und zwar immer in entgegengesetzter Richtung bzw. mit entgegengesetztem Vorzeichen.

Die Sinnesepithelien des vestibulären Labyrinths befinden sich in den Ampullen der drei Bogengänge und im Otolithenapparat. Man unterscheidet zwei Typen von Haarzellen beim Menschen: die flaschenförmigen Typ-I-Haarzellen und