

Aus der Klinik und Poliklinik
für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten
der Universität Würzburg
Direktor: Prof. Dr. med. R. Hagen
Neurootologie: Priv. - Doz. Dr. med. D. Schneider

**Richtungsenthemmung
des
kalorischen Nystagmus**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von
Anita Kreidler
aus Kattowitz

Würzburg, Dezember 2006

Referent: Priv. -Doz. Dr. med. D. Schneider

Koreferent: Prof. Dr. med. R. Hagen

Dekan: Prof. Dr. med. M. Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 14.02.07

Die Promovendin ist Ärztin

INHALTSVERZEICHNIS

I. EINLEITUNG

II. MATERIAL UND METHODEN

A. das Patientenkollektiv	2
B. neurootologische Anamnese	2
C. neurootologische Untersuchungen	4
1. polygraphische Elektronystagmographie	4
2. Spontannystagmus	6
3. kalorische Nystagmusprüfung	7
4. rotatorischer Intensitätsdämpfungstest (RIDT)	9
5. vestibulärer Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleich	11
6. optokinetische Prüfung	13
a. Freifeld-Rotations-Nystagmus (OKN)	
b. optokinetischer-After-Nystagmus	
7. Cranio-Corpo-Graphie (CCG)	14
8. Audiometrie	17
9. statistische Verfahren	17

III. ERGEBNISSE

1. Geschlechtervergleich	19
2. Kollektiv mit Schwindelsymptomatik	22
3. Kollektiv mit vegetativen Symptomen	27
4. Kollektiv mit Tinnitussymptomatik	32
5. Kollektiv mit Hörminderung	36
6. Kollektiv mit Kreislaufkrankungen	44
7. Kollektive mit/ohne Spontannystagmus	51
8. Kollektive mit unterschiedl. Perrotatoriuswerten	58
9. Kollektive mit/ohne Parallelverhalten im VRRSV	63
10. Kollektive mit/ohne Decruitmentverhalten im VRRSV	65
11. Kollektive mit unterschiedl. OKN – Werten	67
12. Kollektive mit unterschiedl. OKAN – Werten	71
13. Kollektive mit unterschiedl. Deviation im CCG	77
14. Kollektive mit Rechts- und Linksenthemmung	80

IV . KASUISTISCHE ERGEBNISSE	87
V. DISKUSSION	100
VI. ZUSAMMENFASSUNG	113
VII. LITERATURVERZEICHNIS	116

I: EINLEITUNG

Fitzgerald und Hallpike (1942) beschrieben den kalorischen Test als ein diagnostisches Medium, um die Funktion des Vestibularorgans zu überprüfen. Im Verlauf ihrer Untersuchung stiessen sie auf ein Phänomen, welches sie als „directional preponderance“ (DP) beschrieben. In deutschsprachiger Literatur sprach man von „Nystagmusbereitschaft“ (Kobrak, Vogel), in französischer von „dysr flexie oculovestibulaire crois e (Barre), in polnischer von „przewaga kierunkowa“ (Kazmierczak). Es handelt sich dabei um eine Richtungsenthemmung (RE) bei der während der kalorischen Stimulation des lateralen Bogengangs die Nystagmusantwort in eine Richtung stärker ausgeprägt ist als in die andere. In einigen Fällen erwies sich sie RE als wichtige diagnostische Hilfe, in anderen dagegen war sie wenig hilfreich und so schlug im Lauf der Zeit, die Hoffnung, ein wichtiges Kriterium in der Lokalisationsdiagnostik gewonnen zu haben in Enttäuschung und Verwirrung um. Im September 1990 befragte die ICS Medical (37) fünf prominente Kliniker zu diesem Thema, hier ein Auszug:

„How do you interpret a significant D.P. or bias? Does it lateralize and does it give information on peripheral versus central involvement?

Dr. Barber: If the value exceeds norms for our laboratory and is an isolated abnormality in the test battery, I describe the findings and note that, while abnormal, it has no clear diagnostic meaning. If the abnormal value is one of two or more abnormalities (e.g. it is associated with caloric reduction, significant SN, gaze nystagmus, etc) I don't report it, since it adds nothing to diagnosis under these circumstances.

Dr. Proctor: DP greater than 20 percent is considered abnormal in my laboratory. Abnormal DP indicates disturbance describing vestibular reflexes. It is not localizing, in my opinion. DP is not a disease or disorder, it is a finding.

Dr. Stockwell: Defined as a bias, it is non-localizing evidence of vestibular dysfunction. It doesn't lateralize or distinguish between peripheral and central.

Dr. Hamid: There is no clinical significance to caloric DP. Original caloric studies really looked at visual-vestibular interaction. They examined the caloric response with eyes open. If you see a DP under these specific conditions, it means central.

Dr. Rubin: It is not diagnostic of peripheral or central disease. The fact that you have a DP only tells something is wrong. Information about peripheral or central comes more from caloric testing ..”

Ziel dieser Arbeit ist es, sich mit diesem jahrelang diskutiertem Befund näher auseinanderzusetzen und die Ergebnisse dieser Studie mit den heute vertretenen Erkenntnissen zu vergleichen.

II: MATERIAL UND METHODEN

A. Das Patientenkollektiv

Aus dem Krankengut der neurootologischen Abteilung der Universitäts-Hals-Nasen-Ohren-Klinik Würzburg wurden insgesamt 148 Patienten untersucht, wobei der retrospektive Untersuchungszeitraum die Jahre 1990 bis 2003 umfasst. Auswahlkriterium war das Vorhandensein einer Richtungsenthemmung im Schmetterlingskalorigramm nach Claussen, wobei davon 36% mit einer Links- und 64% mit einer Rechtsenthemmung in die Studie aufgenommen wurden. Die Patienten litten zusätzlich völlig willkürlich an Begleitsymptomen wie Schwindel, Tinnitus, Hörminderung bzw. an einer Kombination dieser Beschwerden. Ausschlusskriterien fanden bis auf Vorhandensein eines übersteigerten Spontannystagmus keine Anwendung.

B. neurootologische Anamnese

Die neurootologische Anamnese ist die Grundlage dieser Untersuchung. Mit dem Ziel einer bestmöglichen Reproduzierbarkeit und eines übersichtlichen statistischen Vergleichs zwischen Patientenkollektiven wurde ein von Prof. Dr.Claussen entwickelter neurootologischer Anamnesebogen verwendet. (NODEC: Neurootologische Datenerfassung Claussen / (Abb.1). Darüberhinaus kann durch die Vorgabe der Fragen eine grössere Vollständigkeit der Anamnesen erreicht werden.

Es werden zunächst die allgemeinen Daten wie Name, Beruf, Geburtsdatum, Wohnung und Untersuchungsdatum sowie Gewicht und Grösse erfasst. Der nächste Abschnitt des Fragebogens befasst sich mit Schwindelsymptomen, welche in Schwankschwindel, Liftschwindel, Drehgefühl, Fallneigung, Schwarz-Werden-Vor-Augen und Unsicherheit unterteilt werden.

Nachfolgendes Frageraster beschäftigt sich mit vegetativen Symptomen (Schweißausbruch, Übelkeit, Würgen, Erbrechen und Kollaps), wobei ebenfalls die Schwindelauslösung (z.B. beim Kopfdrehen oder beim Aufstehen) und auch die Dauer der Schwindelsymptomatik genauer untersucht und dokumentiert werden. Es wird als nächstes auf die Dauer der einzelnen Anfälle sowie deren charakteristischen Verlauf (an- und abschwellend versus gleichmässig) eingegangen. Es folgen Fragen nach Geruchsstörungen wie Anosmie und Parosmie sowie nach Sehstörungen in Form von Unschärfe, Doppelbildern, Bewegungseindrücken und Blindheit. Im weiteren Verlauf folgen Fragen nach

N O D E C III

Spezielle neurootologische Anamnese:

Name: _____ Beruf: _____ Geburtsdatum: _____

Wohnung: _____ Untersuchungsdatum: _____

- | | |
|---|---|
| <p>1) <u>Schwindelsymptome:</u></p> <p>a) Schwankschwindel ()</p> <p>b) Liftgefühl ()</p> <p>c) Drehgefühl () n. rechts () n. links ()</p> <p>d) Fallneigung () n. rechts () n. links ()</p> <p>e) Schwarz-Werden-Vor-Augen ()</p> <p>f) Unsicherheit ()</p> <p>2) <u>Vegetative Symptome:</u></p> <p>a) Schweißausbruch ()</p> <p>b) Übelkeit ()</p> <p>c) Würgen ()</p> <p>d) Erbrechen ()</p> <p>e) Kollaps ()</p> <p>3) <u>Schwindelauslösung:</u></p> <p>a) Kinetose -Schiff, Flugzeug, Bahn, Auto- ()</p> <p>b) Kopfdrehen ()</p> <p>c) Bücken ()</p> <p>d) Aufstehen ()</p> <p>e) Blickwendung ()</p> <p>4) <u>Dauer der Beschwerden:</u></p> <p>a) seit Stunden ()</p> <p>b) seit Tagen ()</p> <p>c) seit Wochen ()</p> <p>d) seit Monaten ()</p> <p>e) seit Jahren ()</p> <p>f) seit Jahrzehnten ()</p> <p>5) <u>Dauer des einzelnen Anfalls:</u></p> <p>a) 1-2 Sekunden ()</p> <p>b) Minuten ()</p> <p>c) Stunden ()</p> <p>d) Tage ()</p> <p>e) Wochen ()</p> <p>f) Monate ()</p> <p>g) langdauernd gleichmäßig ()</p> <p>h) an- und abschwellend langdauernd ()</p> <p>6) <u>Geruchsstörungen:</u></p> <p>a) Anosmie ()</p> <p>b) Parosmie ()</p> <p>7) <u>Sehstörungen:</u></p> <p>a) Unschärfe ()</p> <p>b) Doppelbilder ()</p> <p>c) Bewegungseindrücke () ruckartige ()</p> <p>d) Blindheit - rechts () links ()</p> <p>8) <u>Ohrensymptome:</u></p> <p>a) Ohrensausen - rechts () links ()</p> <p>b) Hörverminderung - rechts () links ()</p> <p>c) Taubheit - rechts () links ()</p> <p>d) Zust. n. Ohr-OP - rechts () links ()</p> | <p>9) <u>Geschmacksstörungen:</u></p> <p>a) Ageusie ()</p> <p>b) Parageusie ()</p> <p>10) <u>Trigeminuszeichen</u></p> <p>rechts ()</p> <p>links ()</p> <p>11) <u>Facialisparese:</u></p> <p>a) peripher rechts () links ()</p> <p>b) zentral rechts () links ()</p> <p>12) <u>Kopf-Hals-Trauma:</u></p> <p>a) Verkehrsunfall ()</p> <p>b) Arbeitsunfall ()</p> <p>c) Sportunfall ()</p> <p>d) Hausunfall ()</p> <p>13) <u>Neurologische Leiden:</u> ()</p> <p>14) <u>Herz-Kreislauf-Leiden:</u></p> <p>a) Hypertonus ()</p> <p>b) Hypotonus ()</p> <p>c) Arteriosklerose ()</p> <p>d) Herzinsuffizienz ()</p> <p>e) Zustand nach Herzinfarkt ()</p> <p>15) <u>Diabetes Mellitus:</u> ()</p> <p>16) <u>Nierenleiden:</u> ()</p> <p>17) <u>Pharmaka oder Genußmittel:</u></p> <p>a) Alkohol ()</p> <p>b) Nikotin ()</p> <p>c) Coffein ()</p> <p>d) Salicylate ()</p> <p>e) Streptomycin ()</p> <p>f) Gentamycin ()</p> <p>g) Contraceptiva ()</p> <p>h) Sedativa ()</p> <p>i) Antivertiginosa ()</p> <p>j) Sonstige ()</p> <p>18) <u>.....-Untersuchung, Beschwerden:</u></p> <p>a) unverändert ()</p> <p>b) leicht gebessert ()</p> <p>c) deutlich gebessert ()</p> <p>d) leicht verschlechtert ()</p> <p>e) deutlich verschlechtert ()</p> <p>19) <u>Sonstiges:</u></p> |
|---|---|

Abbildung 1

Ohrensymptomen wie Sausen, Hörminderung, Taubheit und Z.n. Ohr-OP sowie nach Geschmacksstörungen, Trigeminuszeichen und nach Facialisparesen.

Im nächsten Punkt werden wir über durchgemachte Schädel-Hirn-Traumen und deren Zustandekommen unterrichtet. Zum Abschluss befragen wir den Patienten über seine Grundleiden, zu welchen Angaben über neurologische Leiden, Herz-Kreislauf-Leiden, Diabetes mellitus und Nierenleiden zählen.

Im Weiteren interessiert uns die Einnahme von Pharmaka oder Genussmittel, wobei wir insbesondere nach Alkohol, Nikotin, Coffein, Salicylaten, Streptomycin, Gentamycin, Contraceptiva und Sedativa fragen.

Bei der letzten Frage soll der Patient subjektiv über den Verlauf seiner Beschwerden im Sinne einer Besserung oder Verschlechterung berichten.

C. Neurootologische Untersuchungen

1. polygraphische Elektronystagmographie

Das Zusammenspiel aus langsamer Augenbewegung und schneller Augenrückstellbewegung ist als Nystagmusschlag definiert und kann entweder rechts- oder linksgerichtet und entweder auf- oder abwärtsgerichtet sein. Die Augenbewegungen der einzelnen Nystagmen können so gegeneinander verlaufen, dass sie entweder beide nasalwärts oder beide temporalwärts schlagen, gleichgerichtet oder gemischt sind. Nach Claussen unterscheiden wir die folgenden Typen der Koordination des Horizontalnystagmus:

- Typ 1: gleichgerichteter binokulärer Horizontalnystagmus
- Typ 2: konvergent dissoziierter binokulärer Horizontalnystagmus
- Typ 3: divergent dissoziierter binokulärer Horizontalnystagmus
- Typ 4: monokuläre Lähmung des Horizontalnystagmus

Die Elektronystagmographie ermöglicht es, sowohl die spontane als auch die experimentell ausgelöste Nystagmusreaktion objektiv zu registrieren. Dabei spiegeln die Nystagmusschläge die okulären Gleichgewichtsreaktionen sensomotorischer Systeme vor, während und nach Reizung der Innenohr- und Augenhintergrundrezeptoren wider. Aufgrund der Dipoleigenschaft des Auges können Nystagmusschläge als Verschiebungen von Potentialdifferenzen elektrisch registriert und graphisch dargestellt werden. Die Dipoleigenschaft des Auges kommt dadurch zustande, dass die Retina negativ und die Cornea positiv geladen ist. Die Registrierung erfolgt mit empfindlichen Verstärkern, über fünf

Differenz- Elektroden-Paare, wobei das Elektrodenschema folgendermassen aussieht (Abb.2):

1. Ableitung des horizontalen Augensummenpotentials durch Abgriff von einem Elektrodenpaar in beiden äusseren Augenwinkeln.
2. Abgriff des rechtsseitigen monokulären Augenbewegungsmusters von einem Elektrodenpaar am rechten äusseren Augenwinkel und über der Nasenwurzel
3. Ableitung des linken horizontalen monokulären Augenbewegungsmusters über der Nasenwurzel und dem linken äusserem Augenwinkel
4. Abgriff der monokulären vertikalen Augenbewegungen vom rechten Auge über ein Elektrodenpaar auf der rechten Wange und der rechten Stirn
5. Abgriff der vertikalen Augenbewegungsmuster vom linken Auge monokulär über ein Elektrodenpaar auf der linken Wange und der linken Stirn

Polygraphisches ENG

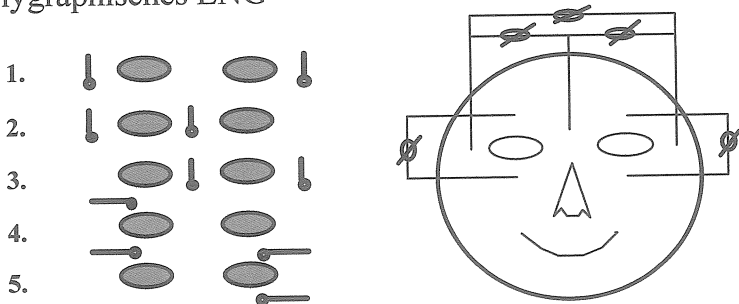


Abb.2 Elektrodenschema

Zur Verminderung des Hautwiderstandes wird die Gesichtshaut mit 70%igen Alkohol abgerieben. Ein ionenhaltiges Kontaktgel wird zur Verbesserung der Leitfähigkeit zwischen Haut und Elektrode aufgetragen. Aus den elektronystagmographisch aufgezeichneten Kurven sind folgende Parameter abzulesen: die Häufigkeit der Nystagmusschläge, Geschwindigkeit und Dauer der schnellen und langsamen Nystagmusphase, die Nystagmusamplitude, die Gesamtdauer der Nystagmusschläge, die Abweichung der Augenachse des Nystagmusschläges von der Mittellage und die Nystagmusschlagrate pro Zeiteinheit.

Die Augenbewegungen werden durch einen ENG- Verstärker und Schreiber auf Papier aufgezeichnet. Die erste Spur gibt die horizontale Summenspur beider Augen wieder, die zweite Spur ist Kontrollspur. Die dritte entspricht der horizontalen Bewegung des rechten Auges, die vierte der des linken Auges. Die fünfte Spur gib das EKG wieder, das gleichzeitig abgeleitet wird. Die sechste Spur ist wieder Kontrollspur. Die vertikalen Augenbewegungen werden mit der siebten und achten Spur registriert.

2. Spontannystagmus

Der nächste Schritt ist die Registrierung des Spontannystagmus, welcher die Basisaktivität des zentralnervösen Nystagmusgenerators repräsentiert. Das Vorhandensein einer spontanen Nystagmusaktivität kann auch beim Gesunden gemessen werden, wobei er ohne subjektive Beschwerden bestehen kann. Deswegen erfolgt vor jeder Nystagmusprüfung die Registrierung des Spontannystagmus mit Hilfe der polygraphischen Elektronystagmographie. Bei der Registrierung des Spontannystagmus sollte die genaue Lageposition und Beleuchtungsstärke angegeben werden, da der Spontannystagmus von diesen Parametern abhängig ist. Er wird durch Öffnen der Augen, durch Belichtung und Blickfixation in seiner Intensität gedämpft und ebenfalls der Wechsel vom Liegen zum Sitzen führt zu einer Aktivitätsabnahme. So wird dieser Teil der Untersuchung beim in Kalorisationsposition liegenden Patienten bei geschlossenen Augen im Dunkeln eine Minute lang monokulär und binokulär registriert und aufgezeichnet.

Aus Gründen der Stabilisierung der Hintergrundbedingungen wird nur das zweite 30-Sekunden-Intervall ausgewertet. Der klinisch diagnostisch repräsentative Parameter ist nach Claussen die zentrale Nystagmusfrequenz, welche die Nystagmusschlagrate während dieses Intervalls erfasst. Der rechtsgerichtete Nystagmus sollte 0-17 Schläge pro 30 Sec nicht überschreiten; der linksgerichtete darf bis 19 Schläge pro 30 Sec-Intervall betragen. Die Nystagmusfrequenz wird im Schmetterlingsschema nach Claussen graphisch dargestellt, wobei der pathologische Bereich ab 24 Schläge pro 30 Sec definiert wird. Bei dieser Studie wurden nur Patienten mit keiner bzw. normaler Nystagmusaktivität ausgewählt.

3. kalorische Nystagmusprüfung

Die getrennte Prüfung des rechten und linken Vestibularapparates durch diese Methode wurde zuerst von R.BARANY durchgeführt, führte zur Verleihung des Nobelpreises im Jahre 1916 und stellt nach wie vor das beste Verfahren für die getrennte Funktionskontrolle beider Vestibularisorgane dar. Bei dieser Untersuchung befindet sich der Patient in sogenannter Kalorisationsposition; er liegt auf dem Rücken, wobei der Lagerungstisch um ca 30° gegenüber der Horizontalen angehoben ist (die lateralen Bogengänge stehen dann senkrecht). Die Augen des Patienten sind geschlossen. Es erfolgt die Spülung mit 20ml 30°C bzw. 44°C warmen Wassers während 30sec, wobei zu diesem Zwecke ein kleiner Katheter in den Gehörgang eingeführt wird. Das aus dem Gehörgang herausfließende Wasser wird durch ein an der Ohrmuschel angebrachtes Plastiksäckchen aufgefangen. Die Kontraindikation für so einen Spülversuch stellen traumatische oder inflammatorische Trommelfellperforationen dar. Alternativ wird hier die kalorische Reizung bei 21°C mit 2,5l Sauerstoff über jeweils 30sec durchgeführt. Der Warmreiz erzeugt einen Nystagmus zur ipsilateralen Seite, der Kaltreiz einen zur kontralateralen Seite. Die Nystagmusaktivität wird mittels Elektronystagmographie mindestens 3min lang aufgezeichnet. Zuerst erfolgt die Warmspülung am rechten Ohr, dann die Warmspülung des linken Ohres, die Kaltspülung des rechten Ohres und abschliessend die Kaltspülung des linken Ohres. Nach jeder Spülung sollte eine Pause von 6-8min liegen, um eine Verfälschung durch den vorhergegangenen Test zu vermeiden. Zur Auswertung werden die Schlagraten der 30 Sekunden des Kumulationsbereichs als „zentrale Nystagmusfrequenz“ in das von Claussen entwickelte Schmetterlingsvestibulogramm eingezeichnet (Abb.3).

Das Schema setzt sich zusammen aus vier Quadranten und zwar links der Ordinate die Reaktion des rechten Ohres rechts die des linken Ohres. Der Rechtsnystagmus erhält seinen Platz oberhalb der Abszisse, der Linksnystagmus darunter. Die entsprechenden Normbereiche sind im Schmetterlingskalorigramm farbig gekennzeichnet und ermöglichen somit einen Vergleich der Reaktionskennlinie des Patienten mit dem Normbereich. Die Nystagmusaktivität der vier Spülversuche wird folgendermassen kodiert:

- 0 : Schlagzahl im Normalbereich
- 1 : Schlagzahl unterschreitet den Normalbereich (Hemmung)
- 2 : Schlagzahl übersteigt den Normalbereich (Enthemmung)

Mit Hilfe dieses trinären Codes werden die Reaktionsmuster in vierstellige Kennziffern transformiert. Die erste Stelle beschreibt die rechtsseitige Warmreaktion, die zweite die rechtsseitige Kaltreaktion. Als drittes folgt die linksseitige Warmreaktion dann die linksseitige Kaltreaktion. Als mögliche Befunde seien genannt:

0000	Normalbefund
1111	allgemeine Hemmung
1001	zentrale Hemmung
0110	zentrale Hemmung
1100	periphere Hemmung
1000	periphere Hemmung
0011	periphere Hemmung
0010	periphere Hemmung
2000	zentrale Enthemmung
2200	zentrale Enthemmung
2002	zentrale Enthemmung
2222	zentrale Enthemmung

Mit Hilfe des Schmetterlingsvestibulodiagramms wird somit ebenfalls eine Differenzierung zwischen zentraler und peripherer Läsion möglich. Die Auswahl der Patienten erfolgte nach dem Kriterium der direktionalen Enthemmung. 2002 (Rechtsenthemmung) oder 0220 (Linksenthemmung). Weitere Auswerteparameter sind neben der zentralen Nystagmusfrequenz, Nystagmusamplitude, maximale Geschwindigkeit der langsamen Phase im Kumulationsbereich sowie die Kumulationslatenz, also die Zeit, die vom Spülbeginn bis zum Zentrum des Frequenzmaximums verstreicht.

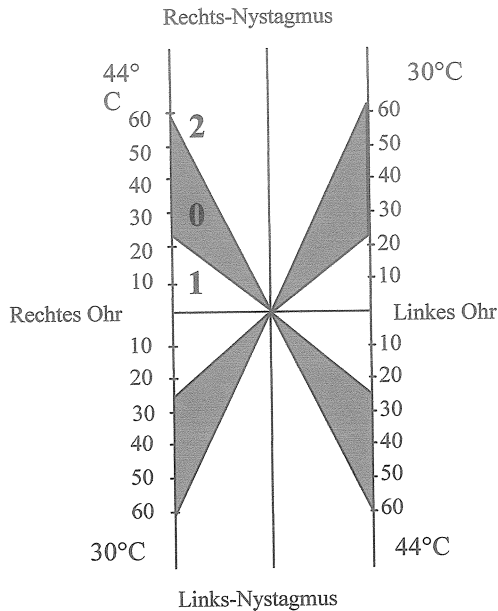


Abb.3 Schmetterlingsvestibulodiagramm

4. Rotatorischer Intensitätsdämpfungstest (RIDT)

Der Rotatorische Intensitätsdämpfungstest ist ein Verfahren, welches ebenfalls eine Möglichkeit zur vestibulären Gleichgewichtsfunktionsprüfung darstellt. Mittels Drehbeschleunigung erfolgt eine Reizung der in Drehebene gebrachten lateralen Bogengänge, wobei eine exakte Dosierung des Beschleunigungsstimulus möglich ist. Nachteil dieser Methode ist, dass eine genaue Zuordnung zum rechten oder linken Innenohrrezeptor nicht stattfinden kann; der Beschleunigungsreiz greift gleichzeitig an beiden Innenohrrezeptoren an. Vor der Durchführung des Tests müssen zunächst die lateralen Bogengänge in Horizontalstellung gebracht werden, dazu soll der auf einem Drehstuhl sitzende Patient den Kopf um 30°C anteflektieren. Die Elektroden werden wieder nach oben beschriebenen Schema angebracht, der Untersuchungsraum wird abgedunkelt. Zur Vermeidung eines optokinetischen Nystagmus wird der Patient angehalten, die Augen zu schliessen. Nach der Überprüfung und Aufzeichnung des Spontan-nystagmus erfolgt die Kontrolle der perrotatorischen und postrotatorischen Reaktion. Dazu wird der Drehstuhl mit einer konstanten Drehbeschleunigung von $3^\circ/\text{s}^2$ innerhalb von 30 Sekunden auf eine Endgeschwindigkeit von $90^\circ/\text{Sec}$ gebracht.

Diese konstante Drehgeschwindigkeit wird für 3 Minuten eingehalten. Während dieser 3 Minuten kehren die Capulae in ihre Ausgangslage zurück, es ist also eine Stimuluspause, nur die Beschleunigungsphase stellt einen abstufbaren supraliminalen rechteckförmigen Reiz für die beiden lateralen Bogengänge dar, der einen Nystagmus in Drehrichtung auslöst. Nach der Stimuluspause folgt eine abrupte Abbremsung des Drehstuhls während einer Drittel Sekunde. Dadurch erzeugen wir einen supramaximalen Reiz, der mit $270^\circ/s^2$ deutlich über der Diskriminationsgrenze des Vestibularisapparates von $180^\circ/s^2$ liegt. Wir registrieren einen Nystagmus entgegen der Drehrichtung (Postrotatorius). Dieser Versuch wird nach einigen Erholungsminuten ebenfalls in entgegengesetzter Richtung durchgeführt. Sowohl der Perrotatorius als auch der Postrotatorius werden elektronystagmographisch aufgezeichnet. Die Auswertung des Perrotatorius erfolgt wie beim kalorischen Vestibularisversuch, indem man den Kumulationsbereich aufsucht und die Schlagzahl während 30 Sekunden in den perrotatorischen Quadranten des RIDT-Kennlinie ermittelt. Im Gegensatz zum Perrotatorius, bei dem nach einer kurzen Latenz die Nystagmusreaktion deutlich erscheint, zeigt der Postrotatorius einen sofortigen Maximalanstieg und darauffolgendes hyperbelartiges Abklingen der Intensität. So werden zunächst die postrotatorischen Nystagmusschläge während der ersten 30 Sekunden nach dem Anhalten des Drehstuhls in 5-Sekunden-Intervallen ausgezählt. Diese Schlagzahlen werden anschließend fortlaufend addiert. So entstehen 6-Schlagsummen-Werte, die in das RIDT-Kennlinienschema (Abb.4) übertragen werden. Die perrotatorischen Reaktionen werden links der Ordinate in einem linear eingeteilten Koordinatensystem eingetragen, die postrotatorischen Reaktionen rechts der Ordinate in einem doppelt logarithmischen Koordinatensystem. Dadurch ist eine nahezu lineare Darstellung möglich. Zur graphischen Darstellung werden die einzelnen Punkte durch eine Ausgleichsgerade verbunden, wobei die Abszisse die Zeitachse darstellt. Nach Verbindung der beiden Graphen stellen sich die per- und postrotatorische Kennlinie L-förmig dar. Beide Nystagmusrichtungen werden mit unterschiedlichen Farben in das gleiche Schema eingetragen, die Normbereiche sind im Schema schraffiert dargestellt. In einem sechsstelligen Code beziehen sich die Codeziffern auf folgende Reaktionskennlinie:

Schlagsumme perrotatorisch rechts
 Schlagsumme perrotatorisch links
 Lagefaktor postrotatorisch links
 Lagefaktor postrotatorisch rechts
 Steigerungsfaktor postrotatorisch rechts
 Steigerungsfaktor postrotatorisch links

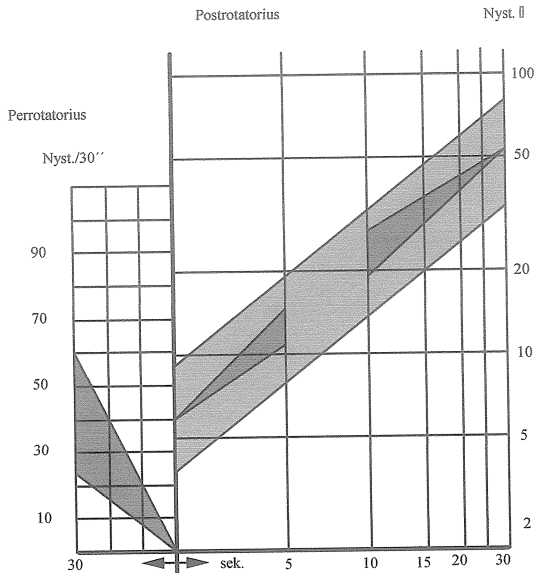


Abb.4 L-Schema des RIDT

5. vestibulärer Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleich

Dieses Verfahren ermöglicht einen Vergleich der rotatorischen und kalorischen Reaktion. Beide Verfahren stellen unterschiedlich starke Stimuli dar. Im Gegensatz zur kalorischen Vestibularisprüfung, die einen langsam sich verstärkenden kalorischen Beschleunigungsreiz darstellt, stellt der rotatorische Intensitäts-Dämpfungstest einen stufenförmig mit maximaler Intensität einsetzenden Beschleunigungsreiz dar; somit erfolgt der Vergleich in Bezug auf Lastwechsel- und Lastverstärkung. Es lassen sich drei grundsätzlich verschiedene vestibuläre Reizreaktionsstärkevergleichstypen ermitteln:

1. das Parallelverhalten
2. das Recruitment oder das Aufholverhalten
3. das Decruitment oder das Blockierungsverhalten

Beim parallelen Normalverhalten sind die Reaktionen beider Tests, jeweils was die Lage anbetrifft, gleich. Das Parallelverhalten lässt sich in drei Untertypen unterteilen:

- Typ 1: beide Reaktionsgraphen liegen im Normalbereich
- Typ 2: beide Reaktionsgraphen liegen unterhalb des Normalbereichs
- Typ 3: beide Reaktionsgraphen liegen oberhalb des Normalbereichs

Beim Recruitmentverhalten lassen sich ebenfalls drei Typen voneinander unterscheiden:

- Typ 4: Hemmungsrecruitment mit gehemmter kalorischer und perrotatorisch normaler Reaktion
- Typ 5: Enthemmungsrecruitment mit normaler kalorischer und perrotatorisch enthemmter Reaktion
- Typ 6: Hemmungs-/Enthemmungsrecruitment mit gehemmter kalorischer Und perrotatorisch enthemmter Reaktion

Von einem Decruitment sprechen wir, wenn der rotatorische Starkreiz eine unternormale Reizantwort bewirkt, während der schwächere kalorische Warmreiz eine normale Antwort erzeugt. Auch das Decruitmentverhalten wird in drei Typen unterteilt:

- Typ 7: Hemmungsdecruitment mit kalorisch normaler und perrotatorisch gehemmter Reaktion
- Typ 8: Enthemmungsdecruitment mit kalorisch enthemmter und perrotatorisch normaler Reaktion
- Typ 9: Enthemmungs-/Hemmungsdecruitment mit kalorisch enthemmter und perrotatorisch gehemmter Reaktion

Der vestibuläre Reiz-Reaktions-Stärke-Vergleich ermöglicht eine Prognose des individuellen Falls, wobei das vestibuläre Decruitment auf den zentralen Sitz der Störung hinweist.

6. optokinetische Prüfung

a. Der Freifeld-Rotations-Nystagmus (OKN)

Diese Untersuchung findet während der dreiminütigen konstanten Drehphase im Verlauf des rotatorischen Intensitätsdämpfungstests in der zweiten Minute statt und dauert eine Minute. Der Untersuchungsstuhl dreht sich hierbei mit einer Geschwindigkeit von 90°/Sekunde. Der Raum sollte bei dieser Untersuchung beleuchtet sein, der Patient wird angehalten, seine Augen zu öffnen und stur geradeaus zu blicken ohne zu Fixieren. Bei diesem Verfahren entsteht ein sog. Eisenbahnnystagmus, weil die Umgebung unbewegt bleibt, während der Patient gedreht wird. Es wird ein subkortikaler optokinetischer Starr-Nystagmus erzeugt. In ein spezielles Schema werden die registrierten Nystagmusrichtungen wie auch die Nystagmusschlagraten eingetragen, wobei beide Augen getrennt registriert werden. Dabei werden erst nach 10 Sekunden der Untersuchung die Nystagmusschläge innerhalb von 30 Sekunden ausgezählt. (Abb.5)

Freifeld - Rotations - Optokinetik

	Richtung	Re.Nyst./30 s		Li.Nyst./30 s		EKG	
Rechts- drehung	← ←	OKN	OKAN	OKN	OKAN	OKN	OKAN
Links- drehung	→ →	OKN	OKAN	OKN	OKAN	OKN	OKAN

Abb. 5 Freifeld-Rotations-Optokinetik

b. Der optokinetische After-Nystagmus (OKAN)

In der dritten Minute des beschleunigungsfreien Intervalls soll der Patient seine Augen wieder schliessen; der Raum wird abgedunkelt. Es erfolgt wieder eine Auswertung der Nystagmusschlagrate aus der Summenspur innerhalb von 30 Sekunden. Linkes und rechtes Auge werden auch hier getrennt aufgezeichnet.

7. Cranio-Corpo-Graphie

Im Jahre 1983 wurde die Cranio-Corpo-Graphie in die arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung G41 „Arbeiten mit Absturzgefahr“ der Berufsgenossenschaften im Zusammenhang mit Gleichgewichtsstörungen aufgenommen. Mit dieser Methode, die von Claussen (1968) entwickelt wurde, ist es möglich, objektiv und quantitativ vestibulo-spinale Funktionsstörungen aufzudecken. Der Test setzt sich zusammen aus dem Tretversuch nach Unterberger und dem Stehversuch nach Romberg, wobei Kopf- und Körperbewegungssteuerung in einer Ansicht von oben fotooptisch aufgezeichnet wird (Abb.6). Der Raum soll bei dieser Untersuchung wieder abgedunkelt sein; der Patient wird aufgefordert seine Augen zu schliessen bzw. eine Schlafmaske aufzusetzen (Ausschaltung der visuellen Orientierung und Überwiegen der vestibulären Orientierung). Es werden Glühlampen auf einem Helm im Bereich der Stirn und Hinterhaupt befestigt, der Helm wird auf dem Kopf des Patienten platziert. Zusätzlich werden beide Schultern mit Glühlampen versehen. Beim Tretversuch nach Unterberger führt der Patient etwa 80 bis 100 Schritte auf der Stelle durch. Bei der Auswertung des CCG-Bildes ist zu beachten, dass die Registrierung der Kopf-Schulter-Bewegungsmuster als Leuchtspur über eine Sofortbildkamera mittels Dauerbelichtung erfolgt. Die Aufnahme erfolgt über einen Spiegel über dem Kopf des Patienten, so wird die rechte Seite des Probanden auf der linken Seite des Bildes abgebildet und umgekehrt. Nach Beendigung des Tretversuchs wird in einer weiteren Belichtung in Kopfhöhe des Patienten ein Leuchtpolarkoordinatensystem als Bezugssystem eingeblendet. Auf diesem Wege entsteht ein zweidimensionales Kurvenbild mit Auswerteskala. Der Abstand der Leuchtpolarkoordinaten beträgt 20 cm. Die Auswerteparameter sind:

1. Abweichungslänge von der Ausgangs- bis zur Endposition
2. Die anguläre Deviation, also der Abweichungswinkel von der Ausgangs-bis zur Endposition
3. Der Körpereigenspin, also die Rotation des Körpers um die eigene Achse
4. Die Lateralschwankungsbreite des Kopfes während jedes einzelnen Schrittes auf der Stelle

Der Tretversuch nach Unterberger ist der empfindlichste vestibulo-spinale Vestibularistest, welcher eine Einteilung in zentrale oder periphere Läsionen ermöglicht. Bei einer zentralen Läsion beobachten wir eine Verbreiterung der Lateralschwankung im CCG, bei einer peripheren Läsion ist diese normal; es kommt jedoch zu einer deutlichen Seitenabweichung zur Seite der Läsion. Der Normalbereich liegt nach rechts bei $>80^\circ$ und für Abweichungen nach links bei Winkelgraden $>70^\circ$.

Auch Simulationen lassen sich mit Hilfe dieses Tests aufdecken; dabei fehlen bei 5-maliger Tret/Test-CCG-Wiederholung gleiche Musterproduktionen. Kommt es zu einer Drehung des Patienten um seine eigene Körperachse in eine Richtung und Bewegung in die gleiche, so handelt es sich um einen Ausfall z.B. eines Vestibularorganes.

Beim Stehversuch nach Romberg, der anschliessend durchgeführt wird, fordern wir den Patienten auf mit geschlossenen Augen und eng aneinandergestellten Füßen und am Körper angelegten Armen eine Minute völlig ruhig auf der Stelle zu stehen. Dieser Test wird in Kombination mit dem Tretversuch durchgeführt, da er sehr rigide und unempfindlich für vestibuläre Störungen ist und somit allein nicht sehr aussagekräftig ist. Es herrschen gleiche Untersuchungsbedingungen wie beim Tretversuch. Zur Auswertung werden folgende Parameter hingezogen:

1. Schwankungsgrösse in anterior-posteriorer Richtung
2. Schwankungsbreite in lateraler Richtung
3. Verdrehung der Kopfachse gegenüber der Schulterachse, der sog. Torticolliswinkel

Im Rombergschen Stehversuch-Test gehen neben Tiefensensibilität auch Einflüsse seitens des Kleinhirns und höherer Hirnabschnitte ein, während Vestibularisstörungen kaum erfasst werden, so dass dieser Test nur in Kombination mit dem Unterberger-Tretversuch eine gewisse Aussagekraft erhält.

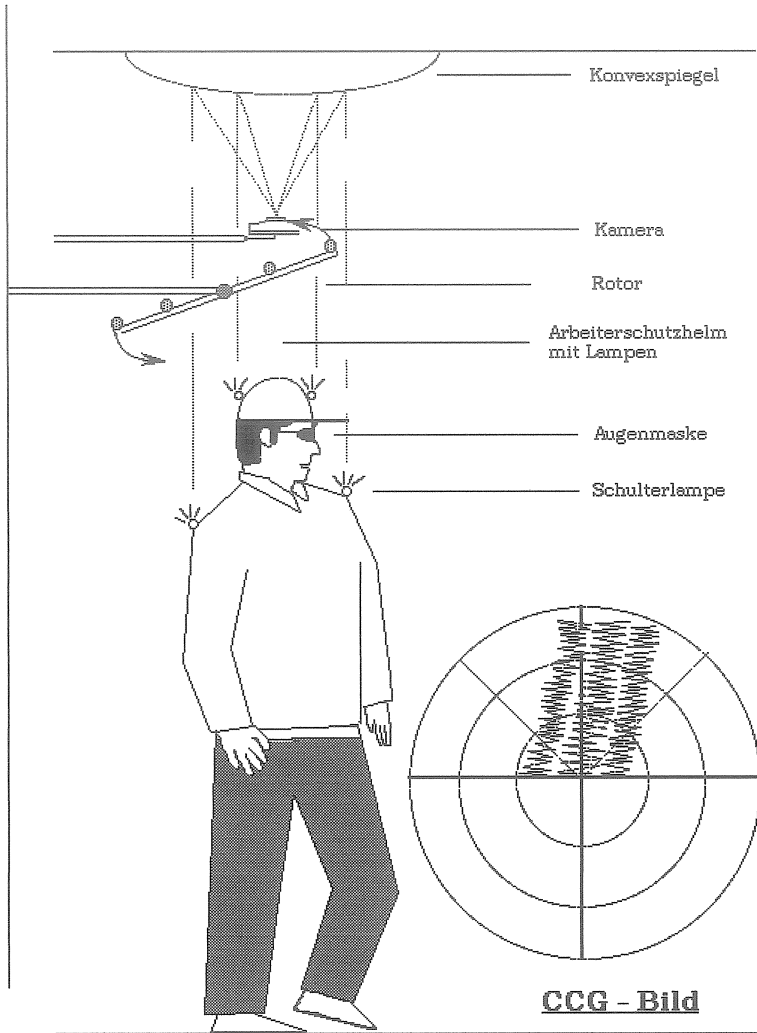


Abb. 6 CCG

8. Die Audiometrie

Tonschwellen- und Sprachschwellenaudiometrie dienen als subjektive Verfahren zur Prüfung der Hörschwelle und des Sprachverständnisses. In dieser Studie findet nur die Tonschwellenaudiometrie Anwendung. Hierbei werden dem Patienten zur Prüfung der Luftleitung über Kopfhörer verschiedene reine Töne innerhalb eines Frequenzspektrums von 125 bis 8000 Hz angeboten. Es wird jedes Ohr getrennt untersucht. Die Auswertung erfolgt mit Hilfe eines Audiogramms, auf welchem die normale Hörschwelle als gerade Linie dargestellt ist, die mit 0dB bezeichnet wird. Der Schalldruck wird vom sicher unterschweligen Bereich langsam erhöht bis der Patient eine Hörempfindung angibt. Der dazu notwendige Schalldruck wird in das oben genannte Audiogramm eingetragen und mit der normalen Hörschwelle verglichen. Der Hörverlust in dB ist so hoch wie der Unterschied zwischen dem Patientenwert und der Normallinie.

Die Knochenleitung wird in ähnlicher Weise wie die Luftleitung geprüft. Auf den Warzenfortsatz des Patienten wird ein Schwingkörper aufgesetzt, so dass auf diese Weise die Schädelknochen mit dem darin eingebetteten Cochlearorgan direkt zum Schwingen angeregt werden. Beim Vorliegen einer Mittelohrschwerhörigkeit zeigt sich eine Diskrepanz beider Kurven zu Gunsten der Knochenleitung (Otosklerose oder Erguss). Im Falle einer Deckung beider Kurven handelt es sich um ein Normalbefund oder um Innenohrschwerhörigkeit. Bei dieser Untersuchung berücksichtigen wir nur die Hörschwellenkurve der Luftleitung, da diese uns Informationen über mögliche Störungen des Innenohres und der weiteren zentralen Verarbeitung und Vernetzung liefert.

9. Statistische Verfahren

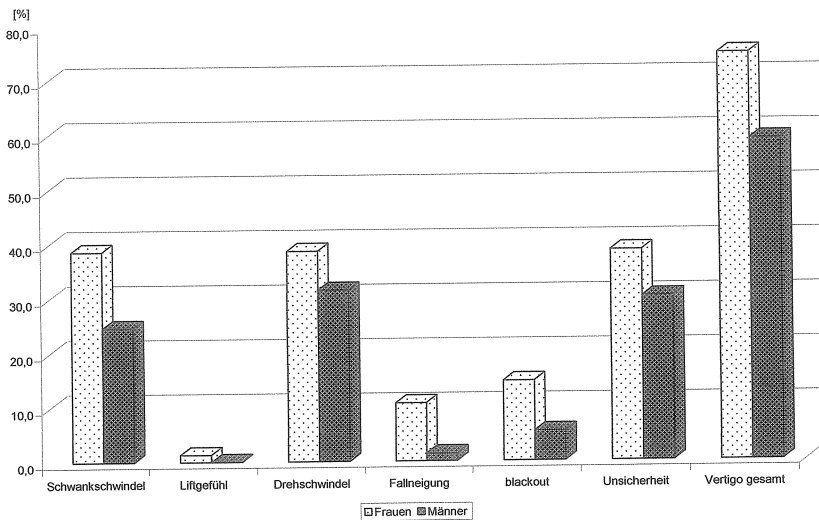
Grundlage dieser Dissertation ist die Datenbank NODEC III (Neurologische Daten-Erfassung Claussen) Die Daten 148 untersuchter neurologischer Patienten wurden in dieser Datenbank gespeichert und einer statistischen Analyse unterzogen. Hierbei wurden Daten aus der neurootologischen Anamnese und die Ergebnisse der beschriebenen Untersuchungsmethoden verwendet. Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe eines IBM-kompatiblen PCs, des Tabellenkalkulationsprogrammes Excel und des Schreibprogrammes Word von Microsoft. Es wurden verschiedene Patientenkollektive gebildet, verglichen und auf mögliche Zusammenhänge hin untersucht. Dabei wurden folgende Parameter errechnet: Anzahl, Prozentanteile, arithmetisches Mittel, Standardabweichung, Maximum und Minimum.

III: ERGEBNISSE

Die Patientendaten des Gesamtkollektivs wurden nach unterschiedlichen Merkmalen aufgeteilt und auf mögliche Zusammenhänge hin untersucht. Die Merkmale sind z.B. Geschlecht, Vorhandensein vegetativer Symptome, Vertigo, Grunderkrankung, Hyper- und Hypotonie usw. Alle Patienten leiden unter einer nach rechts oder nach links gerichteten Richtungsenhemmung. Zum Schluss wurden noch Patienten mit nach rechts gerichteter Enthemmung gegen Patienten mit nach links gerichteter Enthemmung in Bezug auf unterschiedliche Merkmale untersucht und miteinander verglichen. 50.6% der Untersuchten waren weiblich, 49.3% männlich. Das Durchschnittsalter beträgt: 48,5 Jahre, wobei der jüngste Patient 20 und der älteste 79 Jahre alt ist. Die interessantesten statistischen Ergebnisse sind nachfolgend graphisch dargestellt.

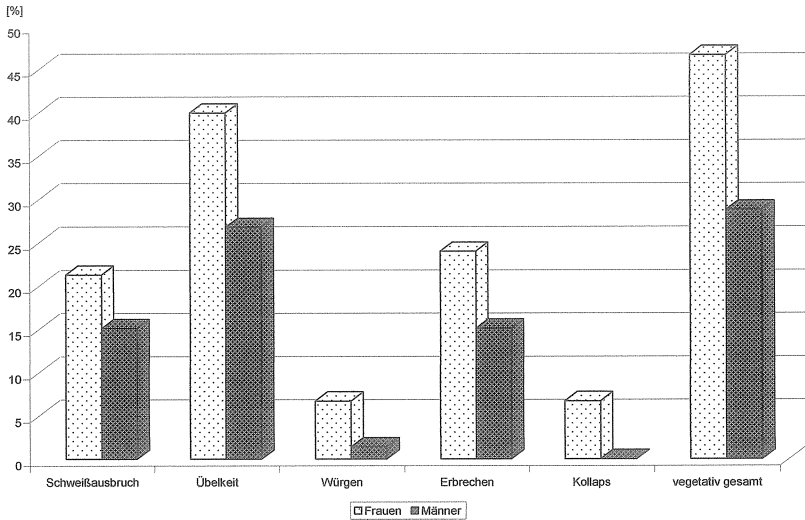
1. Geschlechtervergleich

Diagramm 1: Häufigkeit der Vertigosymptome im Geschlechtervergleich

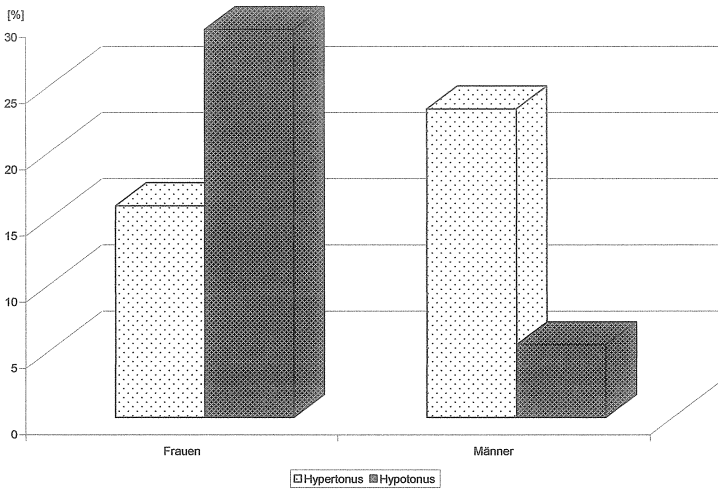


99 Patienten (66.9%) des Gesamtkollektives geben Vertigosymptome an. Im Geschlechtervergleich sind Frauen (74.7%) häufiger betroffen als Männer (58.7%). Schwankschwindel, Drehschwindel und Unsicherheitsgefühl sind die häufigsten Vertigosymptome bei beiden Geschlechtern; seltener sind Schwarzwerden vor den Augen, Fallneigung und Liftgefühl.

Diagramm 2: Häufigkeit der vegetativen Symptome im Geschlechtervergleich



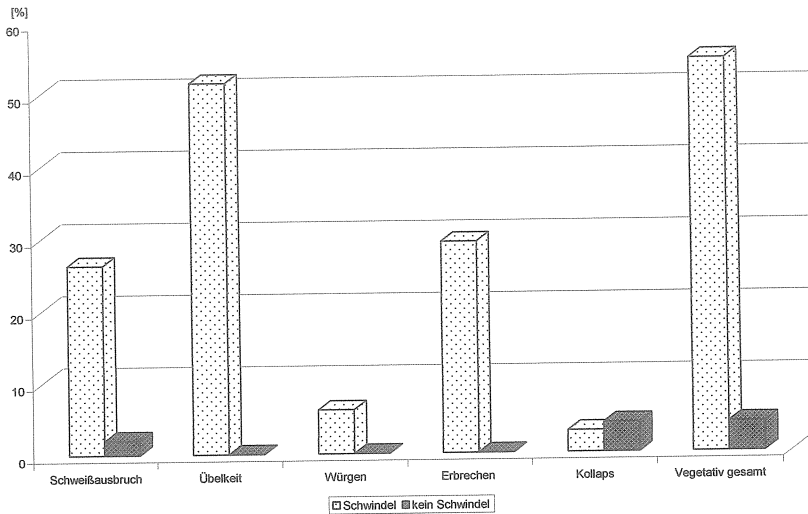
56 Patienten (37.6%) des Gesamtkollektivs gaben vegetative Symptome an. Im Geschlechtervergleich sind auch bei diesen Begleitsymptomen Frauen mit 46.7% häufiger betroffen als Männer mit 28.8%. Übelkeit kam bei 40% der Frauen vor, während nur 26.8% der Männer dieses Symptom beschrieben. Als nächstes wurde bei Frauen Erbrechen und Schweißausbruch angegeben; bei Männern wurden Schweißausbruch und Erbrechen mit 15.1% gleich häufig genannt. Es folgt Würgegefühl und Kollaps, wobei 0% der Männer des Gesamtkollektivs Kollaps als Begleitsymptom benannten.

Diagramm 3: Häufigkeit von Kreislaufstörungen im Geschlechtervergleich

Von den Herz- und Kreislauferkrankungen wird im Gesamtkollektiv der Hypertonus (19.6%) und der Hypotonus (17.6%) am häufigsten benannt. Das Diagramm 3 zeigt, dass im Blutdruckverhalten bei Männern und Frauen deutliche Unterschiede bestehen. 23.3% der Männer und 16% der Frauen leiden an Hypertonus. Im Kollektiv der Frauen ist mit 29.3% der Hypotonus deutlich häufiger vertreten als bei Männern (5.5%).

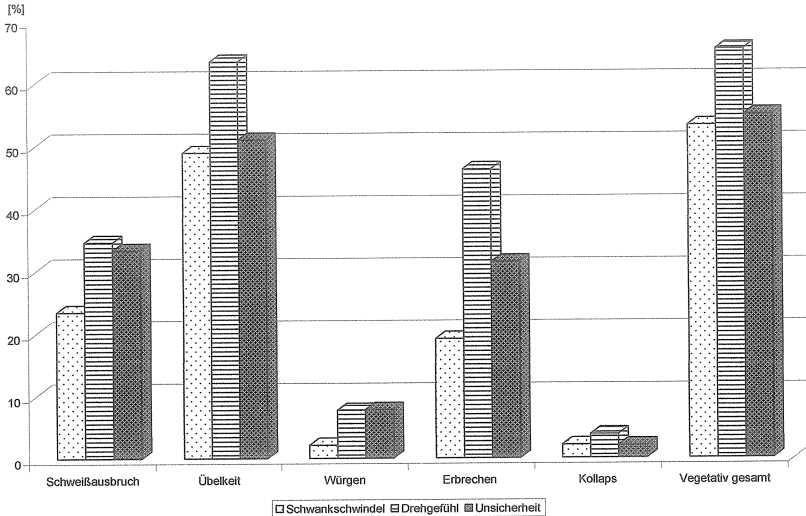
2. Kollektiv mit Schwindelsymptomatik

Diagramm 4 : Häufigkeit vegetativer Symptome bei Patienten mit und ohne Schwindel



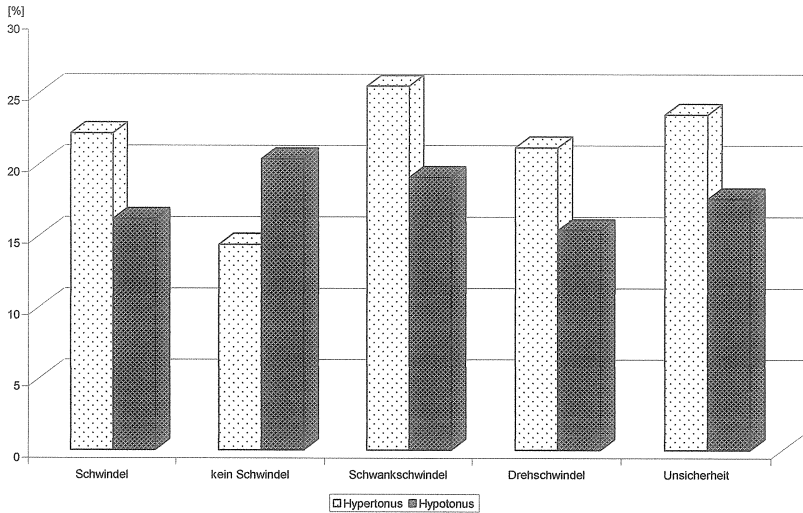
Im Kollektiv der Patienten mit Vertigosymptomen leiden 54.5% zusätzlich unter vegetativen Symptomen während nur 4.1% der Patienten ohne Schwindelsymptomatik vegetative Begleitsymptome angeben. Am häufigsten wird Übelkeit mit 51.5% angegeben gefolgt von Erbrechen (29.3%), Schweißausbruch (26.3%), Würgegefühl (6.1%) und Kollaps (3.0%).

Diagramm 5: Zusammenhang von Schwindelarten und vegetativen Symptomen



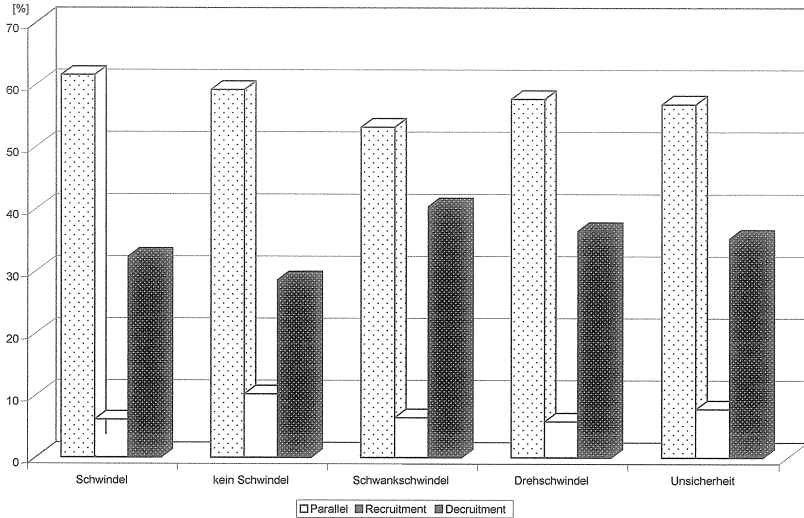
Unter den Vertigoarten werden Schwankschwindel (47.5%), Drehgefühl (52.5%) und Unsicherheit (51.5%) am häufigsten angegeben. 65.4% der Patienten mit Drehgefühl leiden an vegetativen Symptomen. Bei Patienten mit Unsicherheit sind es 54.9% und bei Patienten mit Schwankschwindel 53.2%. Das Diagramm zeigt, dass bei Betrachtung der einzelnen vegetativen Symptome jeweils Patienten mit Drehgefühl am häufigsten anzutreffen sind, nur das Würgegefühl ist bei Patienten mit Unsicherheit um 0.1% höher als bei Patienten mit Drehgefühl. An zweiter Stelle stehen Patienten mit Unsicherheitsgefühl, mit Ausnahme von Patienten mit Kollapsangaben. Hier sind Patienten mit Schwankschwindel um 0.1% höher betroffen als Patienten mit Unsicherheit.

Diagramm 6: Blutdruckanomalien im Zusammenhang mit Schwindel



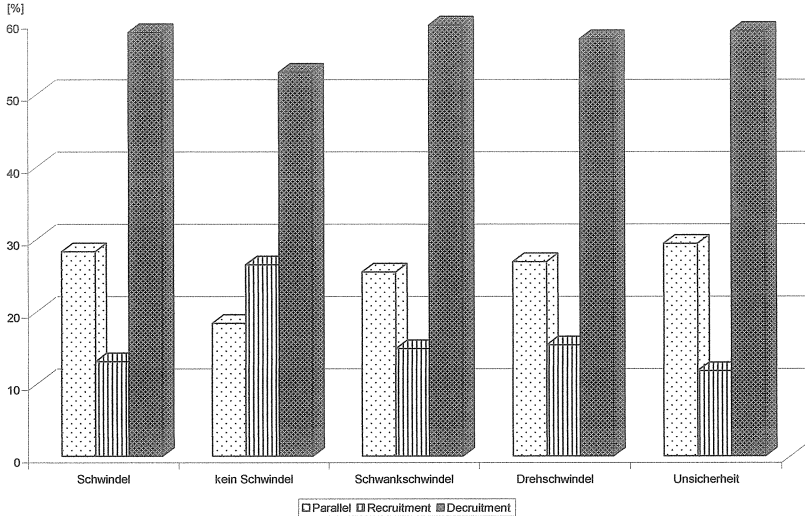
Das Diagramm 6 zeigt, dass Vertigopatienten häufiger an Hypertonie leiden (22.2%) als an Hypotonie (16.2%). Beim Kollektiv ohne Vertigosymptomatik sind die Häufigkeiten anders verteilt; hier überwiegt Hypotonie mit 20.4% gegenüber von Hypertonie (14.3%). 25.5% der Patienten mit Schwankschwindel geben Bluthochdruck an, bei Patienten mit Unsicherheit sind es 23.5% und bei Patienten mit Drehschwindel 21.2%.

Diagramm 7: Verhalten im VRRSV (Rechtsnystagmus) im Zusammenhang mit Vertigo



Das Diagramm 7 zeigt das Verhalten im VRRSV beim Rechtsnystagmus. Sowohl bei Patienten mit als auch bei Patienten ohne Vertigosymptomatik tritt am häufigsten das Parallelverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion auf (61.6% bzw. 59.2%). Decruitmentverhalten kommt bei 32.3% der Patienten mit und bei 28.6% der Patienten ohne Schwindel vor. Das Recruitmentverhalten ist mit 6.1% bei Patienten mit Schwindel und mit 10.1% bei Patienten ohne Schwindel am seltensten. Unter den einzelnen Schwindelarten zeigt das Diagramm ähnliche Häufigkeitsverteilung.

Diagramm 8 : Verhalten im VRRSV (Linksnystagmus) im Zusammenhang mit Vertigo

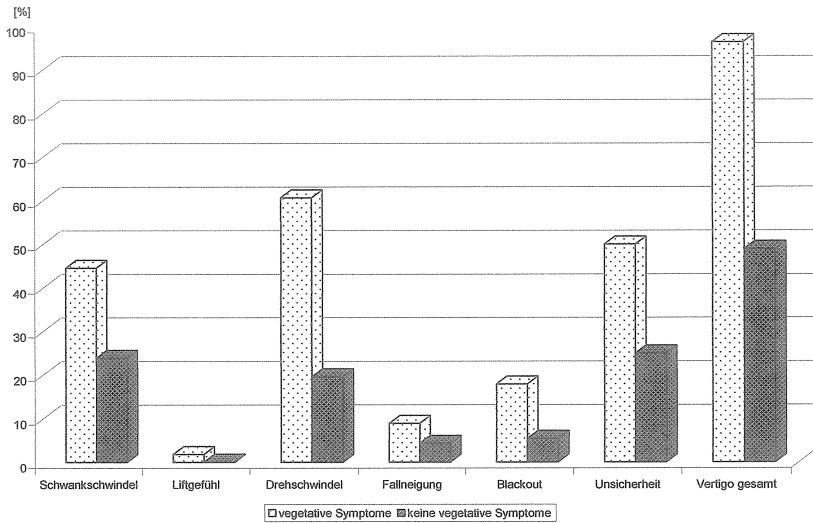


Das Verhalten im VRRSV beim Linksnystagmus zeigt sowohl bei Patienten mit als auch bei Patienten ohne Schwindel am häufigsten ein Decruitmentverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion. (58.6% bzw. 53.1%). An zweiter Stelle steht bei Schwindelpatienten das Parallelverhalten mit 28.3% und an dritter Stelle das Recruitmentverhalten mit 13.1%.

Bei vertigofreien Patienten steht das Recruitmentverhalten (26.5%) an zweiter Stelle. Bei den drei häufigsten Schwindelarten liegt das Decruitmentverhalten bei ca 60%, das Parallelverhalten bei ca 30% und das Recruitmentverhalten bei ca 15%.

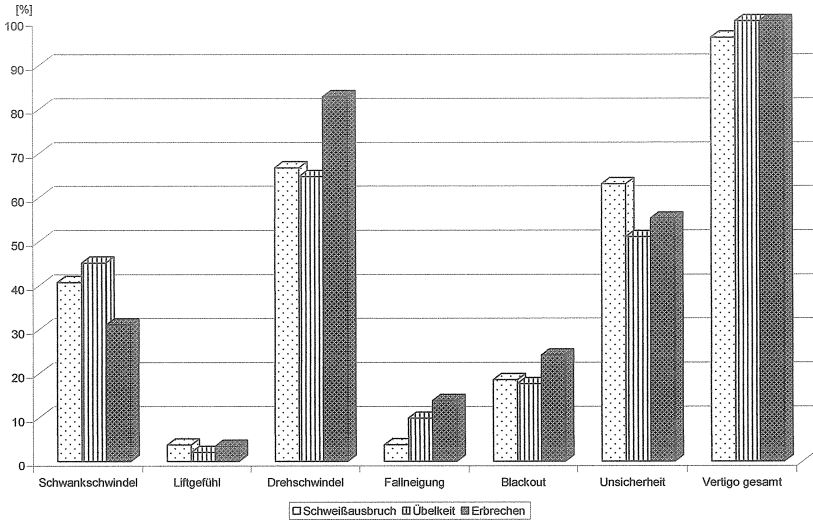
3. Kollektiv mit vegetativen Symptomen

Diagramm 9: Häufigkeitsverteilung von Vertigo im Zusammenhang mit veget. Symptomen



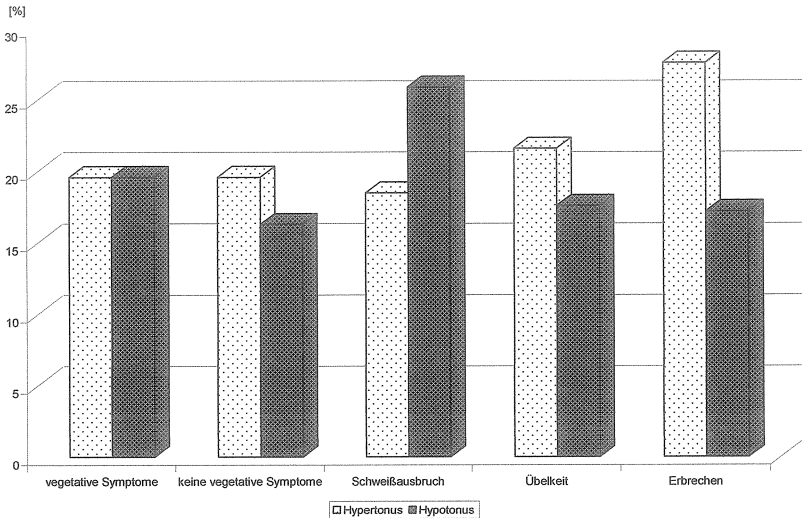
Im Diagramm 9 wird das Auftreten von Vertigosymptomen bei Patienten, die unter vegetativen Symptomen leiden und bei solchen, die frei von vegetativen Begleiterscheinungen sind dargestellt. Fast alle Patienten (96.4%) mit vegetativen Symptomen zeigen Schwindelsymptomatik, während nur 48.9% ohne vegetative Symptome unter Vertigo leiden. Am häufigsten werden Drehschwindel, Unsicherheit und Schwankschwindel angegeben.

Diagramm 10: Zusammenhang von häufigsten veget. Symptomen und Vertigo



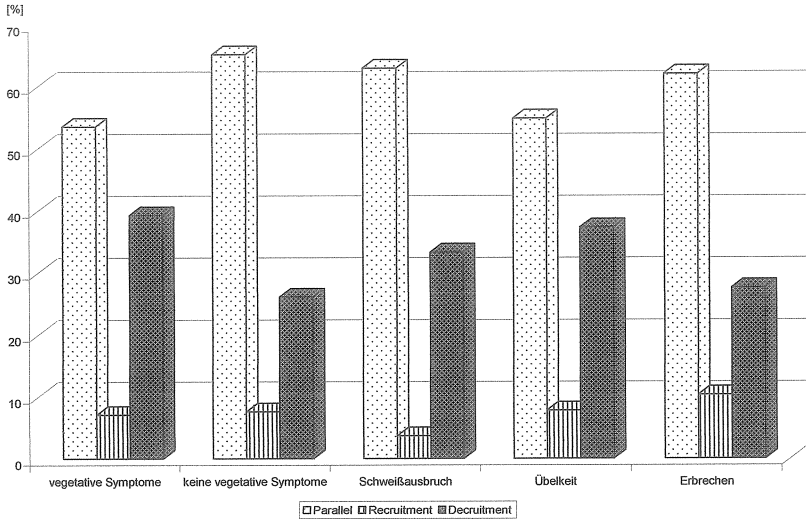
Im Kollektiv der Patienten mit vegetativen Symptomen sind am häufigsten Übelkeit (91.1%), Erbrechen (51.8%) und Schweißausbruch(48.2%). 100% der Patienten mit Übelkeit und Erbrechen und 96.3% der Patienten mit Schweißausbruch leiden an Vertigo. Patienten mit Übelkeit leiden an Drehschwindel (64.7%), Unsicherheit (51.0%), Schwankschwindel (45.1%), Schwarzwerden vor den Augen (17.6%), Fallneigung(9.8%) und Liftgefühl (2%). Patienten mit Erbrechen oder Schweißausbruch zeigen die gleiche Reihenfolge in Bezug auf die Häufigkeit der Schwindelarten.

Diagramm 11: Zusammenhang zwischen häufigsten veget. Symptomen und Kreislaufanomalien



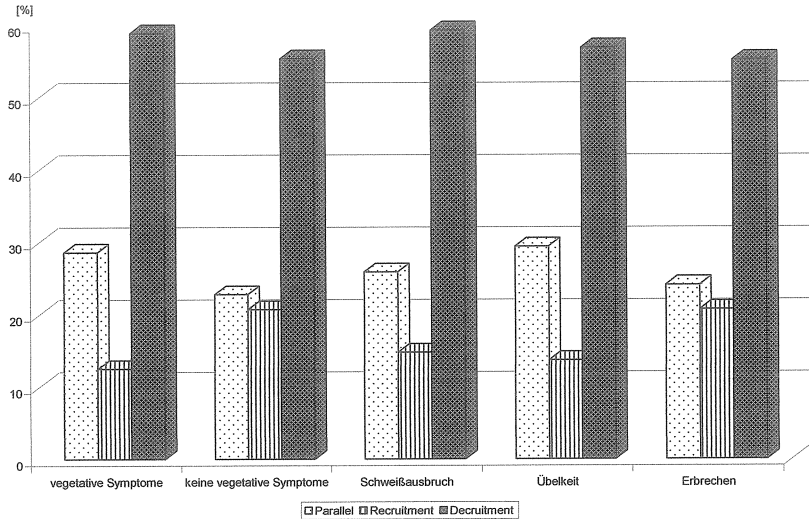
Das Diagramm 11 zeigt, dass Patienten mit vegetativer Symptomatik mit 19,6% genauso häufig eine Hyper- als auch eine Hypotonie als Grunderkrankung angeben. Bei Patienten ohne vegetative Symptomatik überwiegt Hypertonie mit 19,6% gegenüber Hypotonie (16,3%). Bei genauer Betrachtung wird deutlich, dass Patienten mit Übelkeit oder Erbrechen häufiger an Hypertonie leiden (21,6% bzw. 27,6%) als an Hypotonie (17,6% bzw. 17,2%). Bei Patienten, die Schweißausbruch als vegetatives Symptom erwähnen, überwiegt mit 25,9% Hypotonie gegenüber Hypertonie (18,5%).

Diagramm 12: Verhalten im VRRSV(Rechtsnystagmus) im Zusammengang mit vegetativen Symptomen



Beim Rechtsnystagmus überwiegt bei Patienten mit vegetativer Symptomatik und bei Patienten, die keine vegetative Symptomatik angeben, das Parallelverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion. Auch unter genauer Aufteilung auf die häufigsten vegetativen Symptome überwiegt mit ca 60% das Parallelverhalten. Das Decruitmentverhalten wird bei ca 30% beobachtet, während das Recruitmentverhalten mit unter 10% an dritter Stelle steht.

Diagramm 13: Verhalten im VRRSV(Linksnystagmus) im Zusammenhang mit vegetativen Symptomen

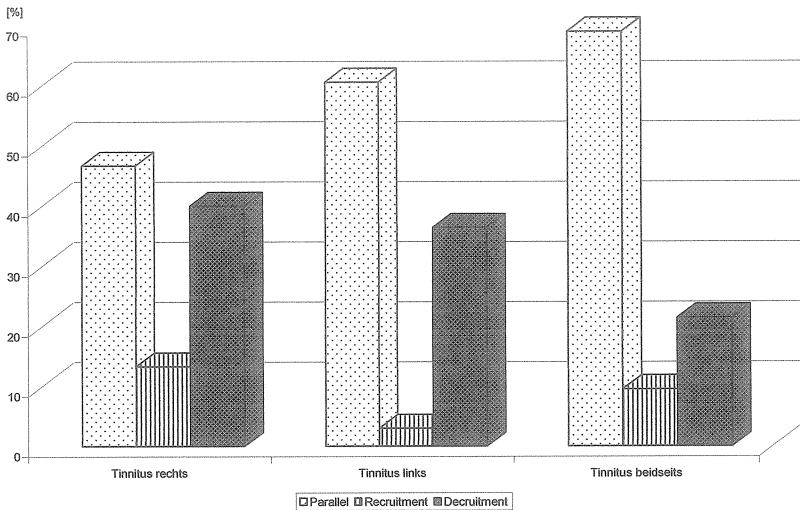


Beim Linksnystagmus überwiegt im VRRSV mit über 50% das Decruitmentverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion. Es folgt das Parallelverhalten mit über 20% und das Recruitmentverhalten mit über 10%.

Bei Patienten ohne vegetative Symptome sind Parallel- und Recruitmentverhalten ungefähr gleich häufig, während bei Patienten mit vegetativer Symptomatik das Parallelverhalten deutlich gegenüber dem Recruitmentverhalten dominiert.

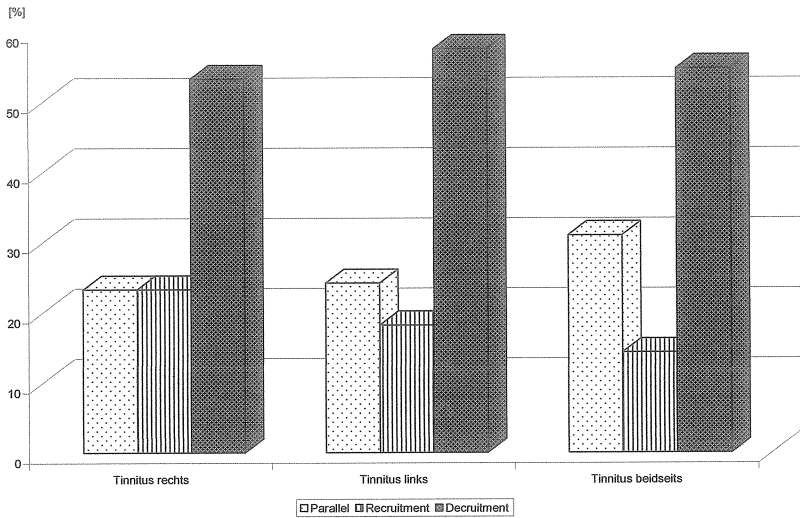
4. Kollektiv mit Tinnitusymptomatik

Diagramm 14: Verhalten im VRRSV (Rechtsnystagmus) im Zusammenhang mit Tinnitus



Im Kollektiv der Tinnituspatienten wird beim Rechtsnystagmus im VRRSV am häufigsten das Parallelverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion beobachtet. Bei Patienten mit beidseitiger Tinnitusymptomatik liegt ein Parallelverhalten in fast 70% der Fälle vor (69.0%), das Decruitmentverhalten in 21,4% und das Recruitmentverhalten in 9.5% der Fälle. Beim einseitigen Tinnitus sind die Unterschiede zwischen Parallel- und Decruitmentverhalten geringer, jedoch auch in diesen Fällen überwiegt das Parallelverhalten.

Diagramm 15: Verhalten im VRRSV (Linksnystagmus) im Zusammenhang mit Tinnitus



Das Diagramm 15 zeigt, dass beim Linksnystagmus im VRRSV mit über 50% das Decruitmentverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion überwiegt. Parallelverhalten kommt bei ca 20% der Patienten mit einseitigem Tinnitus und bei ca 30% der Patienten mit beidseitigem Tinnitus vor.

Tabelle 1: Kalorisationsergebnisse im Zusammenhang mit Vorhandensein von Tinnitus

	Tinnitus rechts		Tinnitus links		Tinnitus beidseits	
	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
44°C rechts	62,5	14,4	61,8	15,2	64,8	15,7
30°C rechts	57,8	11,9	59,1	12,7	55,8	13,9
44°C links	58,4	16,8	57,9	15,2	55,5	14,8
30°C links	65,3	10,9	63,8	11	67,2	11,6

Tabelle 1 zeigt Ergebnisse der kalorischen Vestibularisprüfung bei Patienten mit Tinnitus. Insgesamt geben 105 Patienten des Gesamtkollektivs eine Tinnitussymptomatik an (70.9%). Tinnitus rechts kommt bei 20.3% vor, Tinnitus links bei 22.3% und Tinnitus beidseits bei 28.4%. Von allen Tinnituspatienten leiden 72.3% an Richtungsenthemmung nach rechts und 68.5% an Richtungsenthemmung nach links. Die Normalbereiche für die Vestibulariskalorisation sind nach Claussen:

rechts 44°C: 19.5 – 56.1 Nystagmusschläge pro 30 Sekunden
 rechts 30°C: 24.3 – 63.9 Nystagmusschläge pro 30 Sekunden
 links 44°C: 22.5 – 59.7 Nystagmusschläge pro 30 Sekunden
 links 30°C: 22.5 – 65.7 Nystagmusschläge pro 30 Sekunden

Bei allen drei Patientenkollektiven überwiegt die Rechtsnystagmusschlagrate; Patienten mit beidseitigem Tinnitus weisen die höchste Nystagmusschlagrate für den Rechtsnystagmus auf.

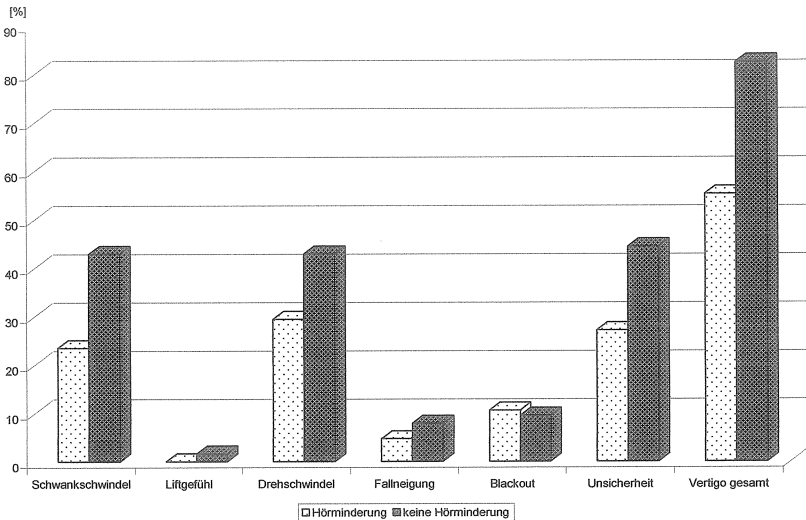
Tabelle 2: OKN/OKAN - Ergebnisse bei Rechts- und Linksdrehung im Zusammenhang mit Tinnitus

	Tinnitus rechts		Tinnitus links		Tinnitus beidseits	
	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev	Mittelwert	St.-Dev
OKN (R)	78,4	18,4	79,2	19	80,8	20,8
OKAN (R)	30	19,6	28,4	17,3	28,9	17,8
OKN (L)	83,7	11,4	77,8	18,4	79,1	22,4
OKAN (L)	32,3	26,8	12,7	13,6	20,3	10,9

In der Tabelle 2 werden Ergebnisse der optokinetischen Prüfung bei Patienten mit Tinnitusymptomatik dargestellt. Zu diesem Zwecke werden drei Patientenkollektive gebildet und miteinander verglichen. Bei den OKN – Schlagraten ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Kollektiven. Der OKAN – Wert für die Linksdrehung ist bei Patienten mit Tinnitus auf der rechten Seite deutlich höher als bei den anderen Patientengruppen mit Tinnitus. (32.3 Nystagmusschläge /30 Sekunden).

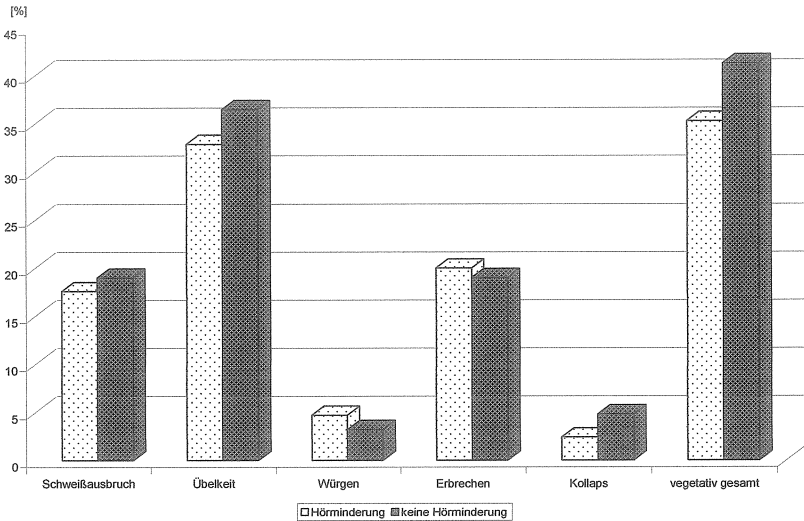
5. Kollektiv mit Hörminderung

Diagramm 16: Häufigkeit von Vertigosymptomen bei Patienten mit und ohne Hörminderung

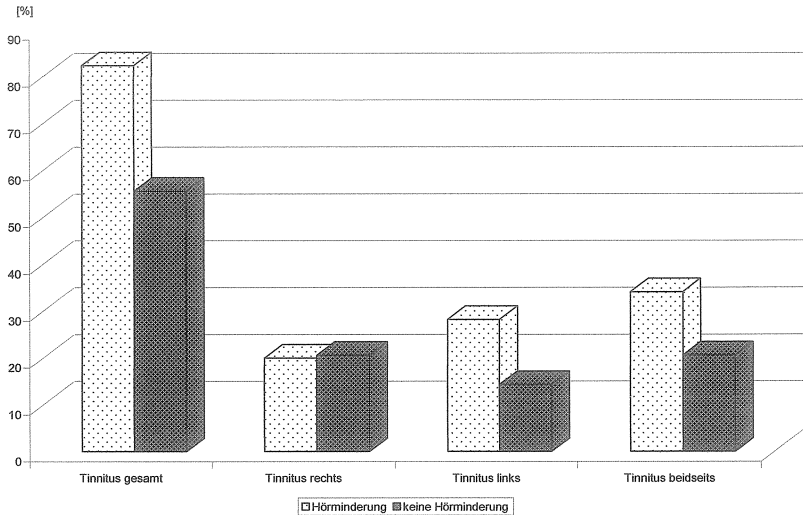


Im Diagramm 16 werden Patienten mit und ohne Hörminderung im Bezug auf Vertigosymptomatik miteinander verglichen. Insgesamt geben 82.5% der Normalhörenden Vertigosymptomatik an, während Patienten mit Hörminderung seltener (55.3%) an Vertigo leiden. Bei Betrachtung der einzelnen Schwindelarten wird deutlich, dass nur beim „Schwarzwerden vor den Augen“ der Anteil mit Hörminderung (10.6%) geringfügig grösser ist als der Anteil der Patienten ohne Hörminderung (9.5%). Bei allen anderen genannten Vertigoarten überwiegen Normalhörende.

Diagramm 17: Häufigkeit von vegetativen Symptomen bei Patienten mit und ohne Hörminderung

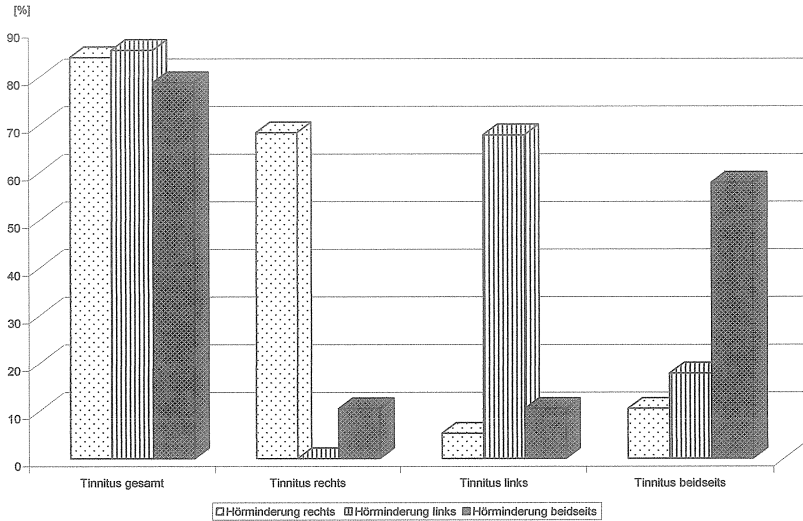


Das Diagramm 17 zeigt, dass insgesamt das Kollektiv ohne Hörminderung etwas häufiger (41.3%) an vegetativen Begleitsymptomen leidet als das Kollektiv mit Hörminderung (35.3%). Übelkeit, Schweißausbruch und Kollaps werden häufiger bei Normalhörenden beobachtet, während Würgen und Erbrechen bei Betrachtung der einzelnen vegetativen Symptome, häufiger bei Patienten mit Hörminderung genannt werden.

Diagramm 18: Häufigkeit von Tinnitus bei Patienten mit und ohne Hörminderung

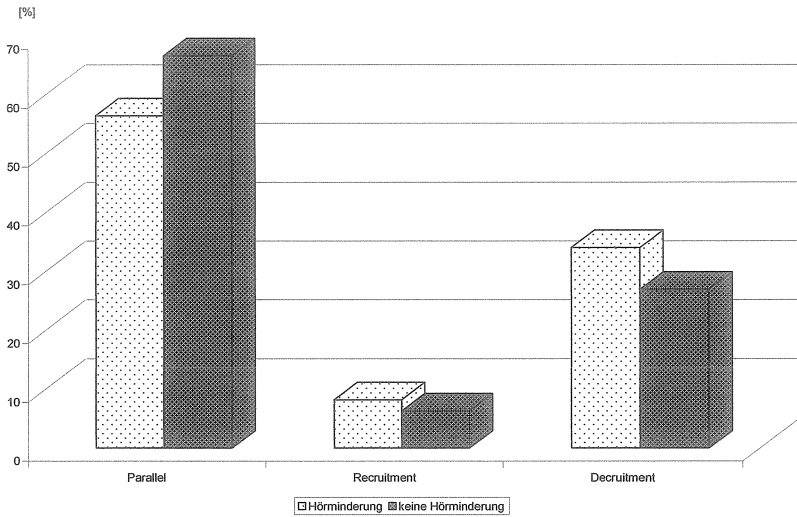
Im Diagramm 18 wird deutlich, dass Patienten mit Hörminderung häufiger (82,4%) eine Tinnitus-symptomatik angeben als Patienten ohne Hörminderung (55,6%). Auch der linksseitige Tinnitus wird häufiger bei hörgeschädigten Patienten beobachtet, während jedoch der rechtsseitige Tinnitus nahezu gleich häufig bei beiden Kollektiven vorkommt.

Diagramm 19: Zusammenhang zwischen Hörminderung und Tinnitus



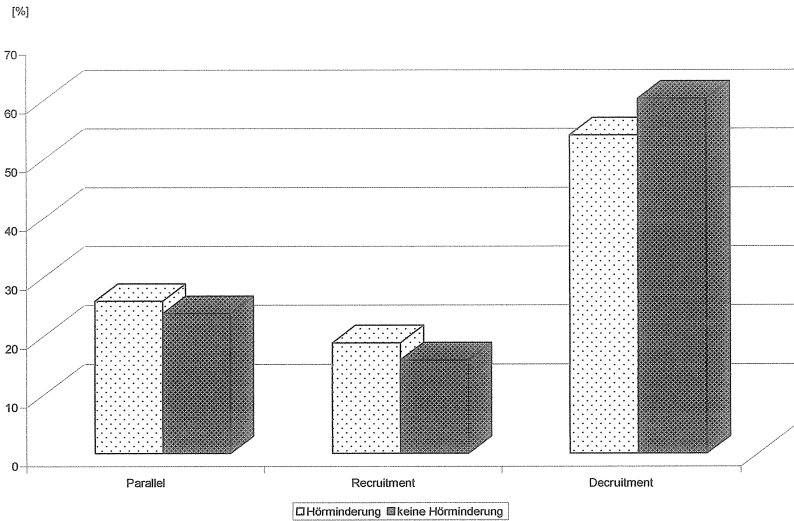
Im Diagramm 19 wird die Hörminderung noch genauer differenziert im Bezug auf die Seitenlokalisierung. Es wird deutlich, dass ein Zusammenhang zwischen Vorhandensein von Tinnitus und Beeinträchtigung der Hörfunktion besteht. So leiden zum Beispiel 68.4% der Patienten mit rechtsseitiger Hörminderung an Tinnitus auf der rechten Seite, während 0% der Patienten mit linksseitiger Hörminderung einen rechtsseitigen Tinnitus angeben. Ähnliches wird beim linksseitigen Tinnitus beobachtet.

Diagramm 20: Verhalten im VRRSV(Rechtsnystagmus) bei Patienten mit und ohne Hörminderung



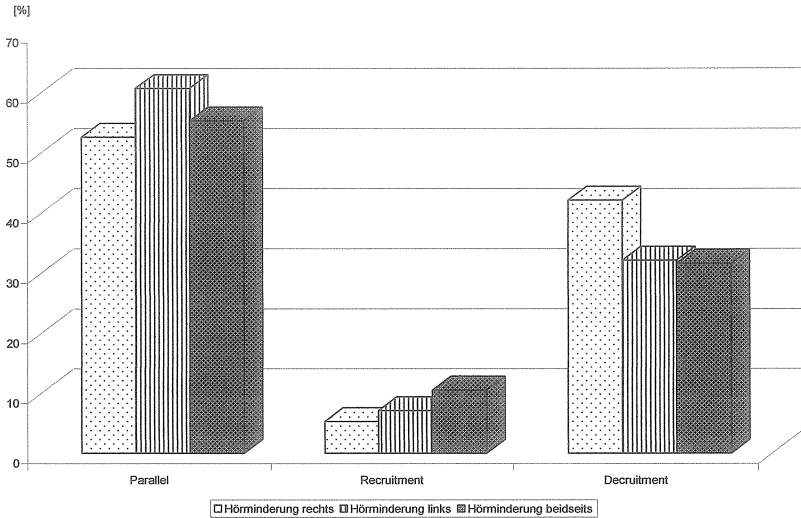
Beim Rechtsnystagmus überwiegt bei beiden Kollektiven im VRRSV das Parallelverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion, wobei sich darunter 66.7% ohne Hörminderung und 56.5% mit Hörminderung befinden. An zweiter Stelle steht das Decruitmentverhalten mit 34.1% mit Hörminderung und 27% ohne Hörminderung.

Diagramm 21: Verhalten im VRRSV (Linksnystagmus) bei Patienten mit und ohne Hörminderung



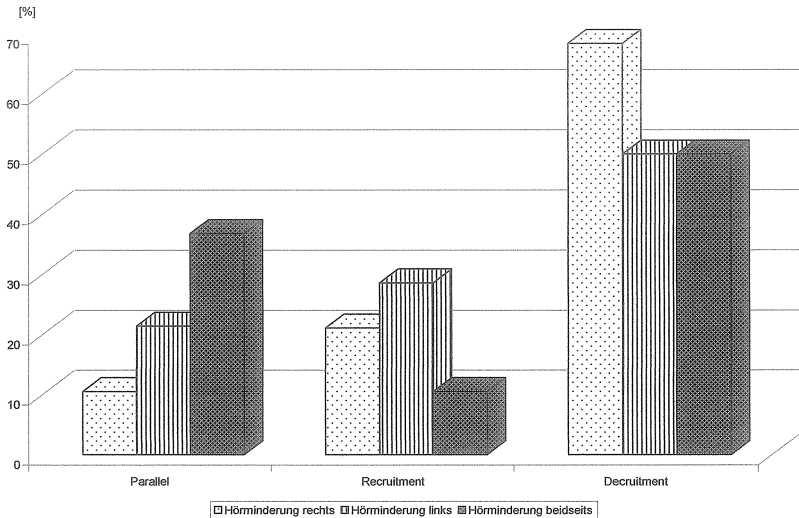
Das Diagramm 21 zeigt, dass beim Linksnystagmus im VRRSV bei beiden Kollektiven das Decruitmentverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion überwiegt. Wobei darunter 60,3% der Patienten keine Hörminderung angeben und 54,1% der Patienten an einer Hörminderung leiden. An zweiter Stelle folgt bei beiden Kollektiven das Parallelverhalten und an dritter Stelle das Recruitmentverhalten. Bei diesen beiden Verhaltensmustern überwiegen geringfügig Patienten mit Hörminderung.

Diagramm 22: Verhalten im VRRSV (Rechtsnystagmus) im Zusammenhang mit Hörminderung/Seitenvergleich



Bei genauer Differenzierung der Hörminderung im Bezug auf die Lokalisation wird im Diagramm 21 deutlich, dass beim Parallelverhalten beim Rechtsnystagmus Patienten mit Hörminderung links (60%) am häufigsten vorkommen. Patienten mit beidseitiger Hörminderung und Hörminderung rechts liegen mit ca 50% geringfügig darunter. Beim Recruitmentverhalten überwiegen beidseitig hörgeminderte Patienten, während beim Decruitmentverhalten die Hörminderung rechts an erster Stelle steht.

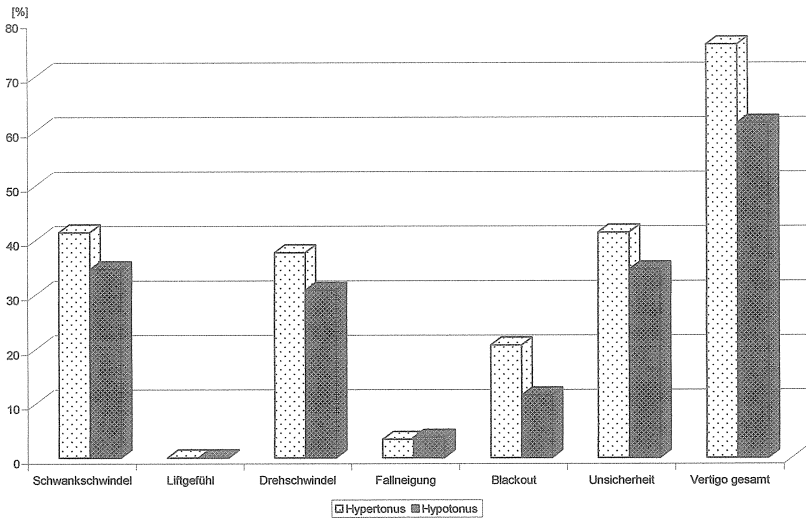
**Diagramm 23: Verhalten im VRRSV (Linksnystagmus) bei Pat mit Hörminderung/
Seitenvergleich**



Mit 68.4% überwiegen beim Linksnystagmus beim Decruitmentverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion im VRRSV Patienten mit Hörminderung auf der rechten Seite. Patienten mit Hörminderung links und beidseits liegen bei 50%. Beim Parallelverhalten überwiegen beidseits hörgeminderte Patienten und beim Recruitmentverhalten ist der Anteil der Patienten mit Hörminderung links am stärksten.

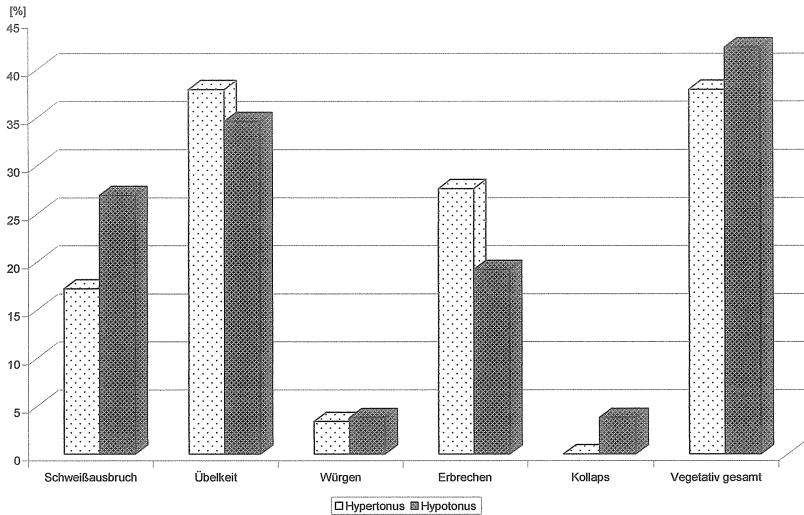
6. Kollektiv mit Kreislaufkrankungen

Diagramm 24: Häufigkeit von Vertigosymptomen im Zusammenhang mit Hyper- u. Hypotonus



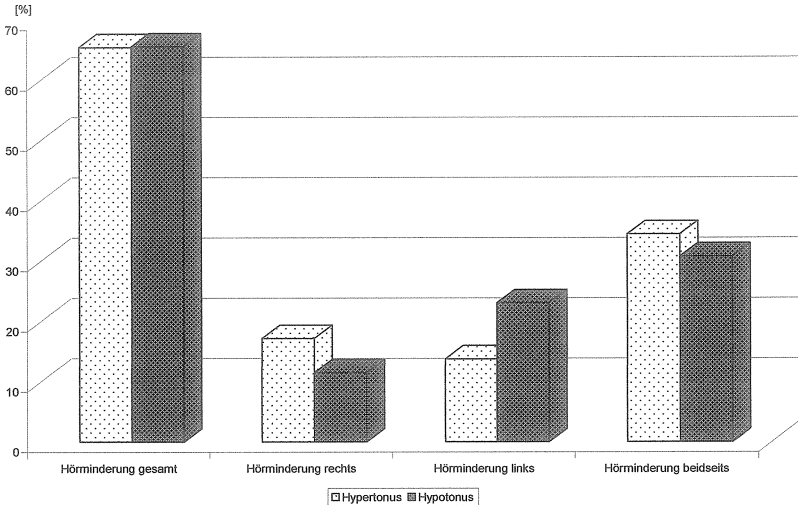
Mit Hilfe dieser Darstellung werden Kollektive mit Hyper- bzw. Hypotonie im Bezug auf Vertigosymptomatik miteinander verglichen. Insgesamt geben mehr Hypertoniker (75.9%) als Hypotoniker (61.5%) Vertigosymptomatik an. Bei genauerer Differenzierung der Vertigosymptomatik überwiegen hypertone Patienten beim Schwankschwindel, Drehschwindel, Unsicherheit und Blackout. Nur bei der Fallneigung ist der Anteil zwischen beiden Kollektiven mit ca 3.5% fast ausgeglichen. Liftgefühl wird von keinem Patienten angegeben.

Diagramm 25: Häufigkeit von vegetativen Symptomen bei Patienten mit Hyper- u. Hypotonie



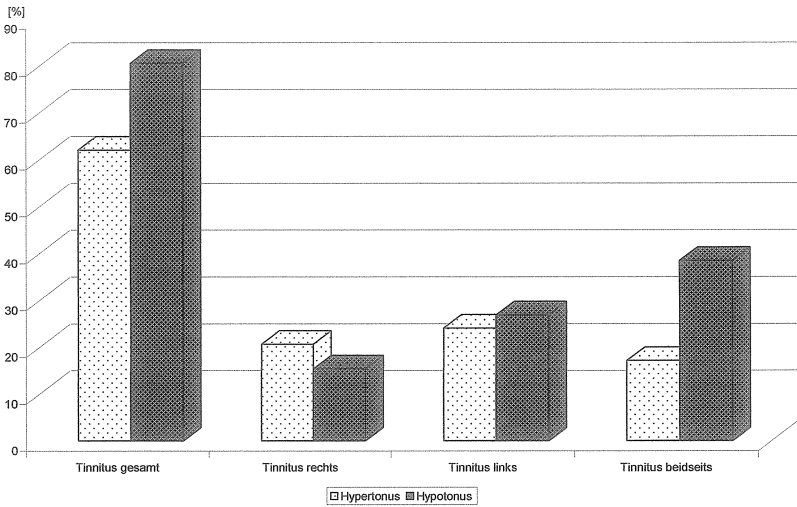
Vegetative Symptome werden bei 42.3% der Hypotoniker und bei 37.9% der Hypertoniker beobachtet. Bei genauer Differenzierung der vegetativen Symptome geben häufiger Patienten, die unter Hypertonie leiden Übelkeit und Erbrechen an. Bei Patienten mit niedrigem Blutdruck überwiegt dagegen Schweißausbruch, Kollapsneigung und Würgegefühl.

Diagramm 26: Vorhandensein von Hörminderung bei Patienten mit Hyper- und Hypotonie



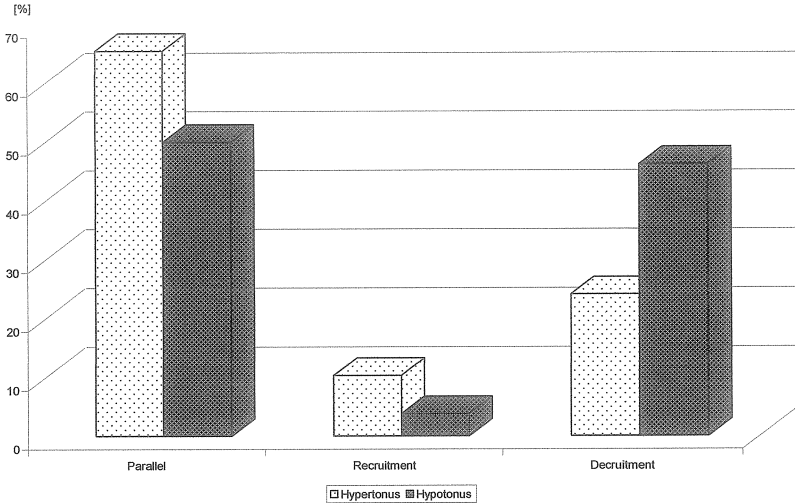
Das Diagramm 26 zeigt, dass Hyper- und Hypotoniker mit ca 65.5% gleich häufig Hörminderung angeben.

Genauere Differenzierung im Bezug auf die Lokalisation der Hörminderung ergibt keine grösseren Unterschiede. Meistens sind beide Hörorgane betroffen. Bei linksseitiger Hörminderung überwiegen Hypotoniker, während bei rechtsseitiger Hörminderung Hypertoniker überwiegen.

Diagramm 27: Häufigkeitsverteilung von Tinnitus bei Patienten mit Hyper- u. Hypotonie

Insgesamt ist die Tinnitusymptomatik häufiger bei Hypotoniepatienten (80.8%) als bei Hypertoniepatienten (62.1%). Bei differenzierter Betrachtung der Tinnituslokalisation überwiegen beim beidseitigen Tinnitus deutlich und beim linksseitigen geringfügig, ebenfalls die Hypotoniepatienten, während beim rechtsseitigen Tinnitus mit 20.7% die Hypertoniepatienten gegenüber von Hypotoniepatienten überwiegen (15.4%).

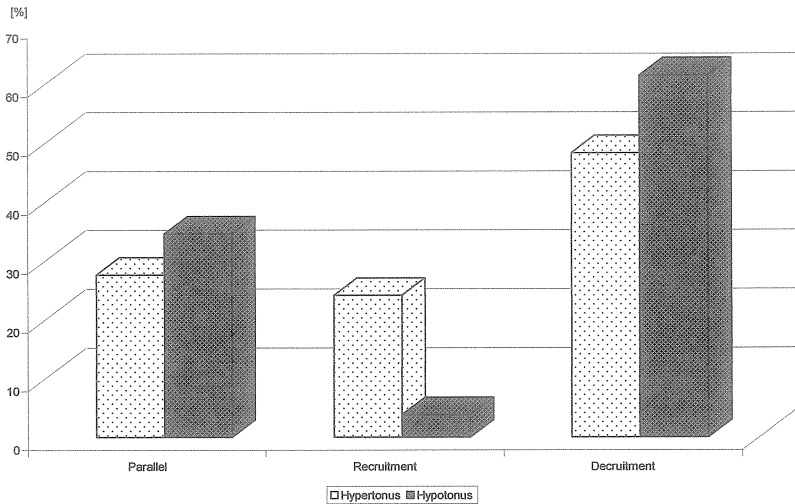
Diagramm 28: Verhalten im VRRSV(Rechtsnystagmus) bei Hyper-und Hypotonie



Beim VRRSV beim Rechtsnystagmus zeigen sowohl Hyper- als auch Hypotoniker am häufigsten das Parallelverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion. Das Parallelverhalten kommt bei Hypertonikern in 65.5%, Decruitmentverhalten in 24.1% und Recruitmentverhalten in 10.3% vor.

Bei Hypotonikern kommt das Parallelverhalten (50%) nur geringfügig häufiger als Decruitment (46.2%) vor. Das Recruitment mit 3.6% liegt auch bei Hypotonie an dritter Stelle.

Diagramm 29: Verhalten im VRRSV (Linksnystagmus) bei Patienten mit Hyper- und Hypotonie



Beim Linksnystagmus überwiegt bei beiden Kollektiven das Decruitmentverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion. (61.5% der Hypotoniker und 48.3% der Hypertoniker). Beim Parallelverhalten überwiegen ebenfalls leicht Hypotoniepatienten, während beim Recruitmentverhalten Hypertoniepatienten den grössten Anteil ausmachen.

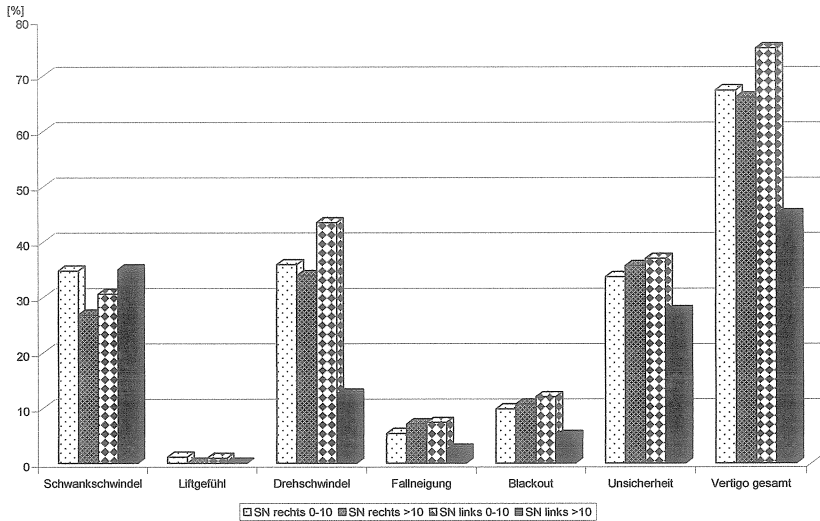
Tabelle 3: Vergleich von OKN/OKAN – Ergebnissen bei Rechts- und Linksdrehung im Zusammenhang mit Blutdruckanomalien

	Hypertonus		Hypotonus	
	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
OKN (R)	84,8	19,5	78,7	15,8
OKAN (R)	27,2	21,2	28,8	20,2
OKN (L)	79,9	19,9	79,4	13,5
OKAN (L)	15,8	12,7	26,8	19,7

Tabelle 3 stellt Ergebnisse der optokinetischen Prüfung bei Patienten mit Kreislaufkrankungen dar. Aus diesem Grund werden zwei Patientenkollektive gebildet - Patienten mit Hyper- und mit Hypotonie - und miteinander verglichen. Es ergeben sich keine relevanten Unterschiede.

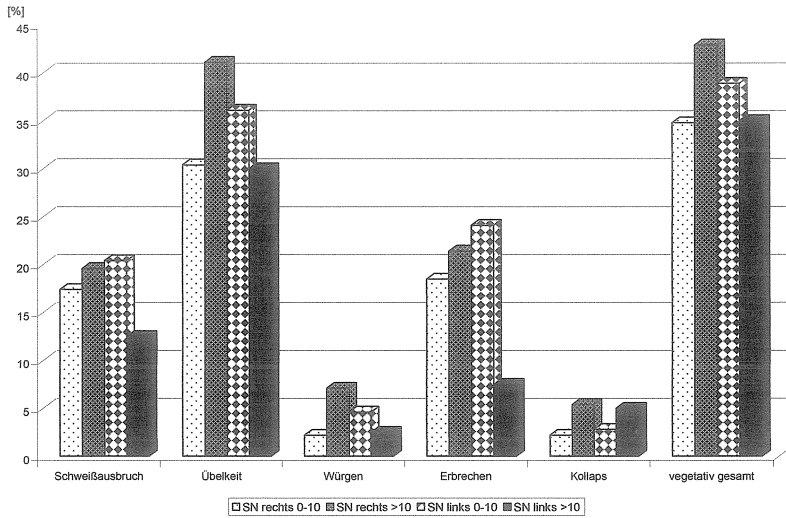
7. Kollektiv mit/ohne Spontannystagmus

Diagramm 30: Häufigkeit von Vertigosymptomen bei Patienten mit/ohne Spontannystagmus



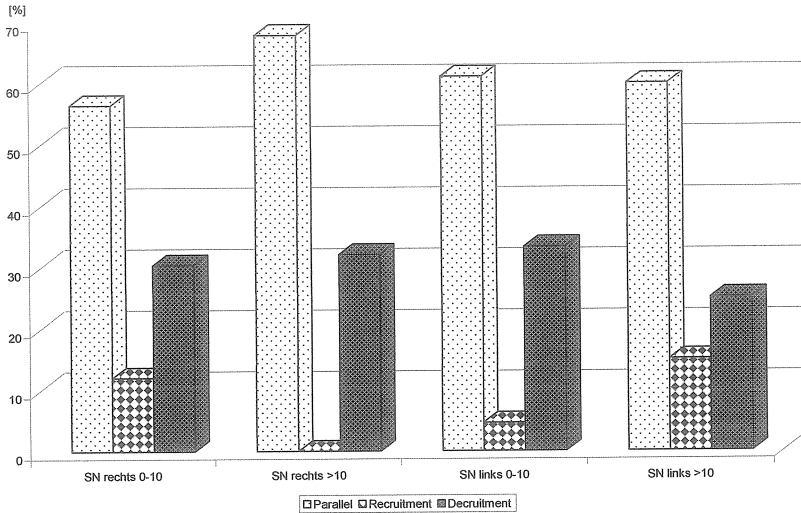
Im Diagramm 30 wurde das Kollektiv der Patienten mit Spontannystagmus genauer untersucht und graphisch dargestellt. Beide Spontannystagmusrichtungen wurden nochmals unterteilt in Kollektive mit Werten von 1-10 Nystagmusschlägen pro 30 Sekunden-Intervall und mit Werten von grösser 10 Nystagmusschlägen pro 30 Sekunden-Intervall. Vertigosymptomatik kommt bei allen Patientengruppen mit ca 70% vor; bei Patienten mit Spontannystagmus nach links wird sie deutlich seltener angegeben (ca 45%). Bei den einzelnen Schwindelarten kommen auch Patienten mit Spontannystagmus nach links häufiger vor, nur beim Schwankschwindel erscheint die Häufigkeitsverteilung ausgeglichen.

Diagramm 31: Häufigkeit von vegetativen Symptomen bei Patienten mit/ohne Spontannystagmus



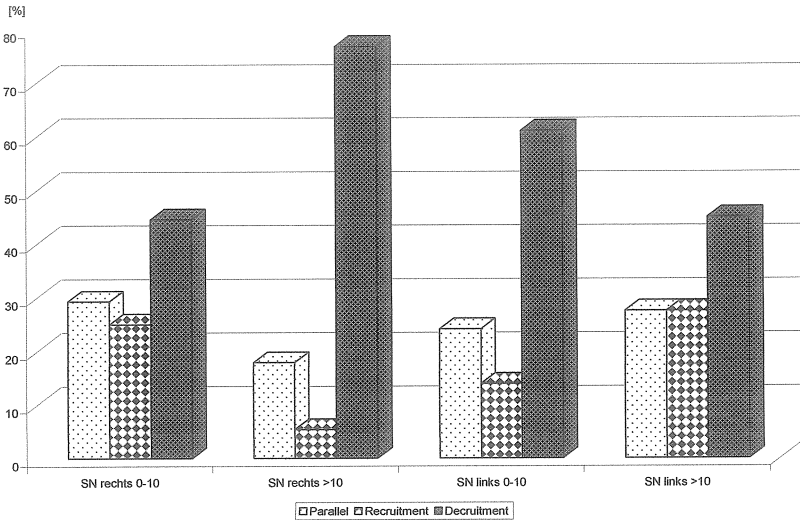
Das Diagramm 31 zeigt die Häufigkeit von vegetativen Symptomen bei Patienten mit und ohne Spontannystagmus. Es ergeben sich keine grösseren Unterschiede zwischen den Patientenkollektiven. Am häufigsten sind Patienten mit Spontannystagmus nach rechts und Patienten ohne signifikante Spontannystagmuswerte nach links betroffen.

Diagramm 32: Verhalten im VRRSV (Rechtsnystagmus) bei Patienten mit/ohne Spontannystagmus



Das Diagramm 32 zeigt, dass im VRRSV beim Rechtsnystagmus sowohl bei Patienten mit als auch ohne signifikanten Spontannystagmus das Parallelverhalten bevorzugt vorkommt (ca 60%). An zweiter Stelle steht das Decruitmentverhalten und dann das Recruitmentverhalten. Bei Patienten mit Spontannystagmus nach rechts kommt kein Recruitment vor.

Diagramm 33: Verhalten im VRRSV(Linksnystagmus) bei Patienten mit/ohne Spontannystagmus



Beim Linksnystagmus überwiegt im VRRSV bei Patienten mit und ohne Spontannystagmus das Decruitmentverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion. An zweiter Stelle kommt hier das Parallelverhalten und dann das Recruitmentverhalten. Das Decruitmentverhalten kommt mit über 70% bei Patienten mit Spontannystagmus nach rechts. Bei Patienten mit Spontannystagmus nach links kommt das Parallel- und Recruitmentverhalten gleich häufig vor.

Tabelle 4: Kalorisationsergebnisse bei Patienten mit unterschiedlichen Spontannystagmuswerten und -richtungen

	SN rechts 0-10		SN rechts >10		SN links 0-10		SN links >10	
	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
44°C rechts	59,3	14,3	69,9	12,4	65,4	14,4	57,5	13,5
30°C rechts	60,8	14	50,7	10,1	56,3	13,7	58,9	13,1
44°C links	60,9	15,5	49,6	13,3	54,8	15,1	61,6	16,2
30°C links	62,0	12,2	70,6	10,4	67,3	12,0	59,7	11,3

Tabelle 4 zeigt Ergebnisse der kalorischen Vestibularisprüfung bei Patienten mit und ohne relevanten Spontannystagmus. Es wurden vier Patientenkollektive gebildet; Patienten mit Spontannystagmus nach rechts bzw. nach links mit Schlagraten von 1-10 Nystagmusschlägen pro 30 Sekunden und mit Schlagraten von grösser 10 Nystagmusschlägen /30 Sekunden. Insgesamt haben 94.6% der Patienten des Gesamtkollektivs Spontannystagmus nach rechts, und 93.9% Spontannystagmus nach links. Bei Betrachtung der Patienten mit Spontannystagmus nach rechts, zeigen Patienten mit höheren Schlagraten auch nach kalorischer Stimulation höhere Rechtsnystagmusschlagraten als Patienten mit niedrigerem Spontannystagmus; während die Linksnystagmusschlagraten geringer sind. Es ergeben sich ähnliche Ergebnisse bei Betrachtung der Patienten mit Spontannystagmus nach links. Auch hier zeigen Patienten mit Spontannystagmus nach links grösser 10 nach kalorischer Reizung höhere Linksnystagmuswerte als Patienten mit niedrigerem Ausgangsnystagmus.

Tabelle 5: Perrotatoriuswerte bei Patienten mit unterschiedlichen Spontannystagmuswerten

SN rechts 0-10 SN rechts >10 SN links 0-10 SN links >10

	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
Perrot.(R)	58,6	17,3	65,7	16,6	62,2	17,1	58,9	17,8
Perrot.(L)	54,3	18,7	49,3	15,1	50,3	17,9	58,2	15,5

Tabelle 5 zeigt Perrotatoriusergebnisse des RIDT für Rechts- und Linksdrehung bei Patienten mit unterschiedlichen Spontannystagmus - Schlagraten /30 Sekunden nach rechts oder nach links. Es wird deutlich, dass Patienten mit höherem Spontannystagmus nach rechts auch höhere Perrotatoriuswerte für die Rechtsdrehung (Rechtsnystagmus) aufweisen als Patienten mit niedrigerem Spontannystagmus nach rechts. Diese Patientengruppe weist dagegen bei der Linksdrehung niedrigere Perrotatoriuswerte als das Kollektiv mit niedrigerem Ausgangsnystagmus auf.

Patienten mit höherem Spontannystagmuswerten nach links zeigen auch höhere Perrotatoriuswerte für die Linksdrehung (Links-Nystagmus) als Patienten mit niedrigeren Spontannystagmus - Schlagraten nach links.

Tabelle 6: OKN- und OKAN – Ergebnisse (Rechts-und Linksdrehung) bei Patienten mit unterschiedlichen Spontannystagmuswerten

SN rechts 0-10 SN rechts >10 SN links 0-10 SN links >10

	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev	Mittelwert	St.-Dev	Mittelwert	St.-Dev
OKN (R)	80,2	19,3	79,0	19,1	80,7	18,7	77,1	20,2
OKAN(R)	24,4	17,7	36,0	17,8	28,9	18,8	29,3	18,2
OKN (L)	78,0	21,3	79,0	17,4	79,8	19,0	74,4	21,8
OKAN(L)	20,1	19,2	23,7	17,5	14,9	12,6	37,4	21,2

Tabelle 6 zeigt Ergebnisse der optokinetischen Prüfung bei Patienten mit unterschiedlichen Spontannystagmusschlagraten. Bei den OKN – Werten für Rechts- und Linksdrehung ergeben sich keine wesentlichen Unterschiede bei den vier Patientenkollektiven. Bei den OKAN – Werten für die Rechtsdrehung haben Patienten mit Spontannystagmuswerten nach rechts grösser 10/30 Sekunden die höchsten Schlagraten. Bei den OKAN – Werten für die Linksdrehung hingegen, hat das Kollektiv mit Spontannystagmusschlagraten nach links grösser 10/30 Sekunden die höchsten Werte.

8. Kollektive mit unterschiedlichen Perrotatoriuswerten

Tabelle 7: Kalorisationsergebnisse bei Patienten mit unterschiedlichen Perrotatoriuswerten für beide Drehrichtungen

	Perrot. (R) 0-60		Perrot.(R) >60		Perrot.(L) 0-60		Perrot.(L) >60	
	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
44°C (R)	60,3	14,9	66,6	13,3	67,2	13	55,1	14
30°C (R)	60,8	13,1	53,0	12,9	53,9	12,7	63,7	13
44°C (L)	60,0	16,8	53,0	13,6	52,8	14,5	64,8	15
30°C (L)	62,9	11,2	67,9	12,6	67,3	11,3	61,2	13,1

Tabelle 7 zeigt Ergebnisse der kalorischen Vestibularisprüfung bei Patienten mit Perrotatoriuswerten im RIDT von 0 – 60 und grösser 60 pro 30 Sekundenintervall für beide Drehrichtungen.

Patienten mit Perrotatoriuswerten grösser 60 (Rechtsdrehung) haben höhere Rechtsnystagmuswerte nach kalorischer Provokation als Patienten mit Perrotatoriuswerten kleiner 60. Die Werte für den kalorisch provozierten Linksnystagmus sind bei diesen Patienten dagegen geringer.

Patienten mit Perrotatoriuswerten grösser 60 (Links-drehung) haben höhere Linksnystagmusschlagraten nach kalorischer Provokation als Patienten mit Perrotatoriuswerten kleiner 60. Die Werte für den kalorisch provozierten Rechtsnystagmus sind bei diesen Patienten dagegen geringer.

Diagramm 34: Häufigkeit von Vertigosymptomen bei Patienten mit normalen und erhöhten Perrotatoriuswerten

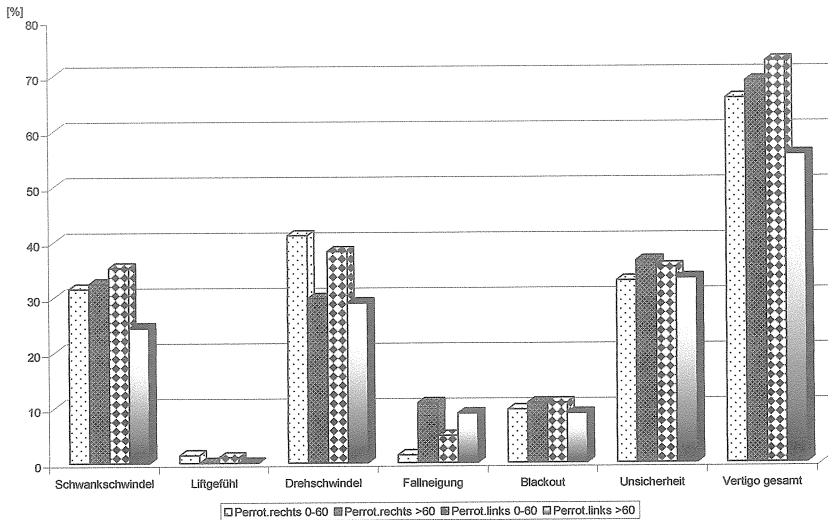
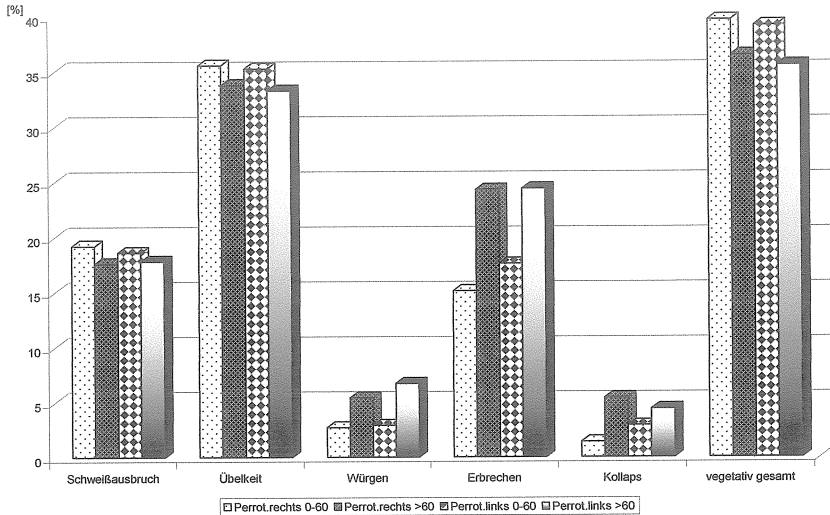


Diagramm 34 liegt der Rotatorische Intensitäts-Dämpfungs-Test (RIDT) in beiden Drehrichtungen zugrunde. Für jede Drehrichtung werden die Patienten in zwei Gruppen unterteilt; Patienten mit Perrotatoriuswerten bis 60 und Patienten mit Perrotatoriuswerten grösser 60. Das Diagramm zeigt keine wesentlichen Unterschiede zwischen den vier Patientenkollektiven; alle geben Vertigosymptomatik mit ca 70% an. Lediglich Patienten mit erhöhten Perrotatoriuswerten nach links geben weniger häufig Vertigosymptomatik an (55.6%).

Diagramm 35: Häufigkeit von vegetativen Symptomen bei Patienten mit normalen und erhöhten Perrotatoriuswerten



Das Diagramm 35 zeigt die Häufigkeit von vegetativen Symptomen bei Patienten mit normalen und erhöhten Perrotatoriuswerten. Es ergeben sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den vier Patientenkollektiven in der Gesamtübersicht. Beim Würgen, Erbrechen und Kollaps überwiegen Patienten mit beidseitig erhöhten Perrotatoriuswerten. Schweißausbruch und Übelkeit wird nur geringfügig von Patienten mit Perrotatoriuswerten unter 60 dominiert.

Tabelle 8: Postrotatoriuswerte bei Patienten mit unterschiedlichen Perrotatoriuswerten im RIDT bei Rechts- und Linksdrehung

Postrot.(R)	Perrot.(R) 0-60		Perrot.(R) >60		Perrot.(L) 0-60		Perrot.(L) >60	
	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
	13,1	5,1	17,1	3,7	14,2	4,7	16,9	4,7

Tabelle 8 zeigt Postrotatoriuswerte nach 5 Sekunden für die Rechtsdrehung im RIDT bei Patienten mit unterschiedlichen Perrotatoriuswerten für Rechts- und Linksdrehung. Insgesamt weisen Patienten mit Perrotatoriuswerten höher 60 pro 30 Sekundenintervall höhere Postrotatoriuschlagraten als Patienten mit Perrotatoriuswerten zwischen 0 – 60 pro 30-Sekundenintervall.

Tabelle 9: OKN/OKAN – Ergebnisse bei Patienten mit unterschiedlichen Perrotatoriuswerten bei Rechts- und Linksdrehung

Perrot.(R) 0-60 Perrot.(R) >60 Perrot.(L) 0-60 Perrot.(L) >60

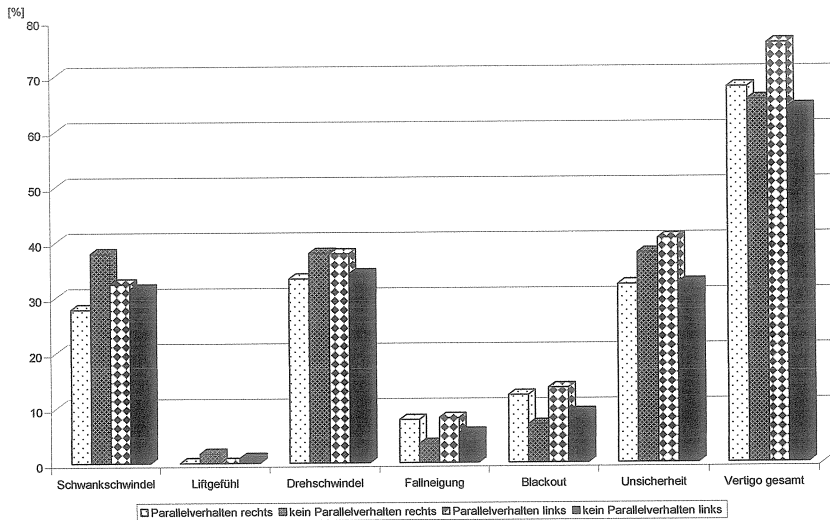
	St.-		Mittelwert	St.-Dev	Mittelwert	St.-Dev	Mittelwert	St.-Dev
	Mittelwert	Dev.						
OKN (R)	78,4	19,4	81	19	79,2	18,3	80,8	21,2
OKAN(R)	21,9	13,8	35,8	19,9	27,7	17,1	32,1	21,5
OKN (L)	79,7	21,6	76,9	18,1	76,8	18,8	81,9	22,2
OKAN (L)	19,4	14,1	23,4	21,8	16,3	12	33,1	24,8

Tabelle 9 stellt Ergebnisse der optokinetischen Prüfung bei Patienten mit unterschiedlichen Perrotatoriuswerten für Rechts- und Linksdrehung im RIDT. Zum besseren Vergleich werden für jede Drehrichtung zwei Patientenkollektive gebildet – Patienten mit Perrotatoriuswerten zwischen 0 bis 60 und Patienten mit Perrotatoriuswerten grösser 60 Schläge pro 30 Sekundenintervall.

Bei den OKN – Werten ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den vier Patientengruppen; anders sehen die Ergebnisse bei den OKAN – Werten aus. Insgesamt zeigen Patienten mit höheren Perrotatoriuswerten auch höhere OKAN – Schlagraten. Besonders deutlich sind die Unterschiede, wenn Kollektive mit gleicher Nystagmusrichtung verglichen werden (z.B. Rechtsdrehung).

9. Kollektive mit und ohne Parallelverhalten im VRRSV

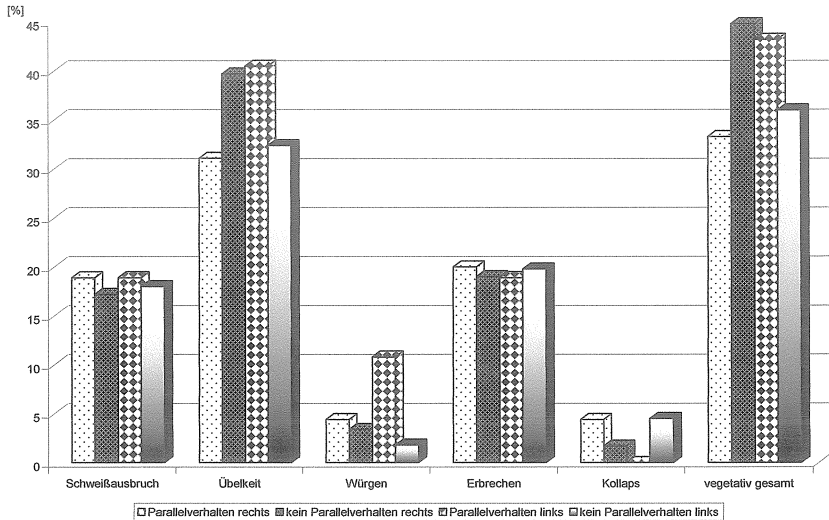
Diagramm 36: Häufigkeit von Vertigosymptomen bei Patienten mit/ohne Parallelverhalten im VRRSV bei Rechts- und Linksnystagmus



Im Diagramm 36 wurden alle Patienten mit und ohne Parallelverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion im VRRSV im Hinblick auf Vorhandensein von Vertigosymptomatik genauer untersucht.

Mit 75.7% kommt die Vertigosymptomatik am häufigsten bei Patienten mit Parallelverhalten beim Linksnystagmus vor; bei den restlichen Patienten liegen die Werte bei ca 65%.

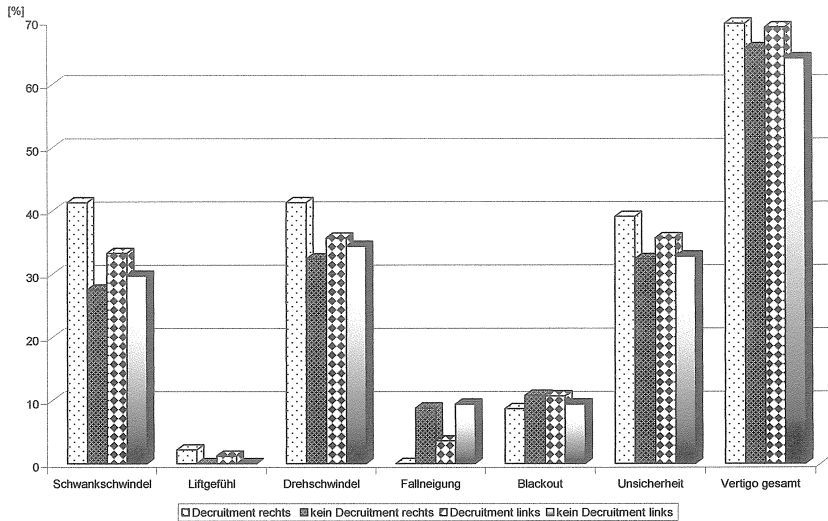
Diagramm 37: Häufigkeit von vegetativen Symptomen bei Patienten mit/ohne Parallelverhalten im VRRSV bei Rechts- und Linksnystagmus



Das Diagramm 37 untersucht näher Patienten mit und ohne Parallelverhalten im VRRSV zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion auf das Vorhandensein von vegetativen Symptomen. Mit über 40% werden vegetative Symptome bei Patienten mit Parallelverhalten (Linksnystagmus) und bei Patienten ohne Parallelverhalten (Rechtsnystagmus) angegeben. Auch bei Patienten mit Übelkeit überwiegen diese beiden Patientengruppen. Das Würgen wird mit ca 10% am häufigsten von Patienten mit Parallelverhalten beim Linksnystagmus angegeben.

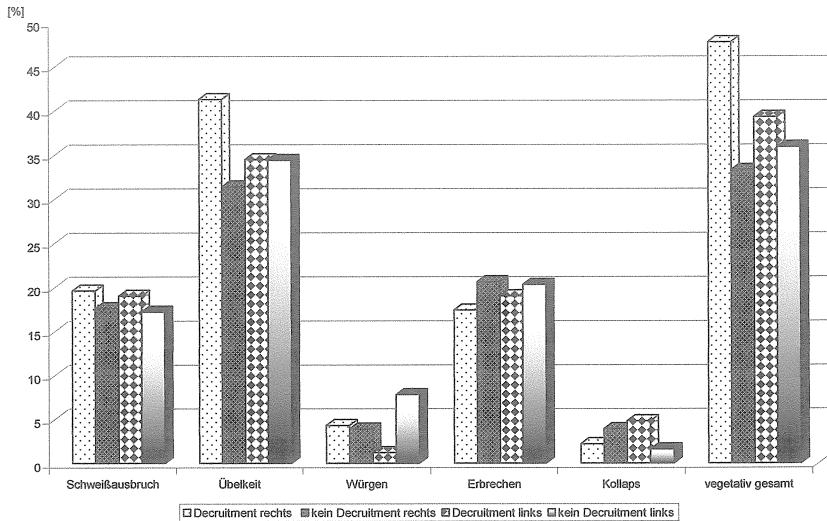
10. Kollektive mit und ohne Decruitmentverhalten im VRRSV

Diagramm 38: Häufigkeit von Vertigosymptomen bei Patienten mit/ohne Decruitmentverhalten im VRRSV beim Rechts- und Linksnystagmus



Das Diagramm 38 untersucht Patienten mit und ohne Decruitmentverhalten im VRRSV zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion im Hinblick auf Vertigosymptomatik. Es ergeben sich keine wesentlichen Unterschiede. Patienten mit Decruitmentverhalten beim Rechtsnystagmus geben etwas häufiger Schwankschwindel, Drehschwindel und Unsicherheit an.

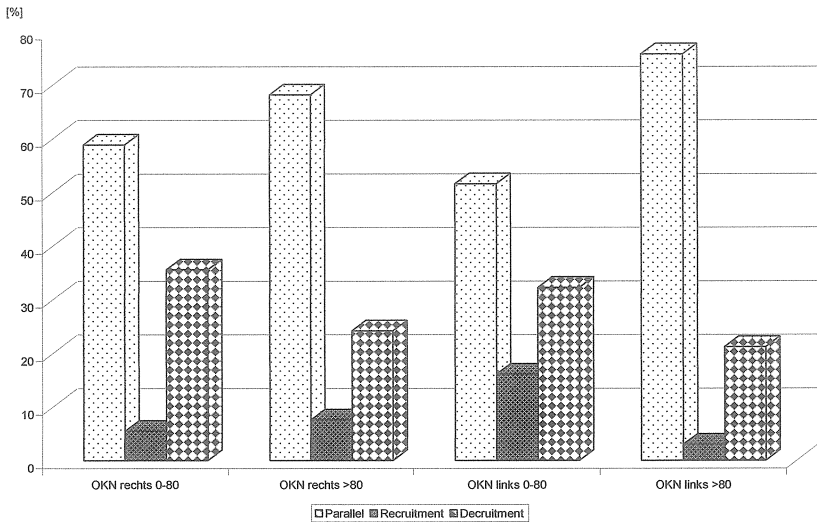
Diagramm 39: Häufigkeit von vegetativen Symptomen bei Patienten mit /ohne Decruitmentverhalten im VRRSV bei Rechts- und Linksnystagmus



Das Diagramm 39 untersucht Patienten mit und ohne Decruitmentverhalten im VRRSV zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion im Hinblick auf Vorhandensein von vegetativen Symptomen. Vegetative Symptome werden am häufigsten (47.8%) bei Patienten mit Decruitmentverhalten beim Rechtsnystagmus angegeben. Bei der Übelkeitssymptomatik überwiegt ebenfalls etwas deutlicher dieses Kollektiv.

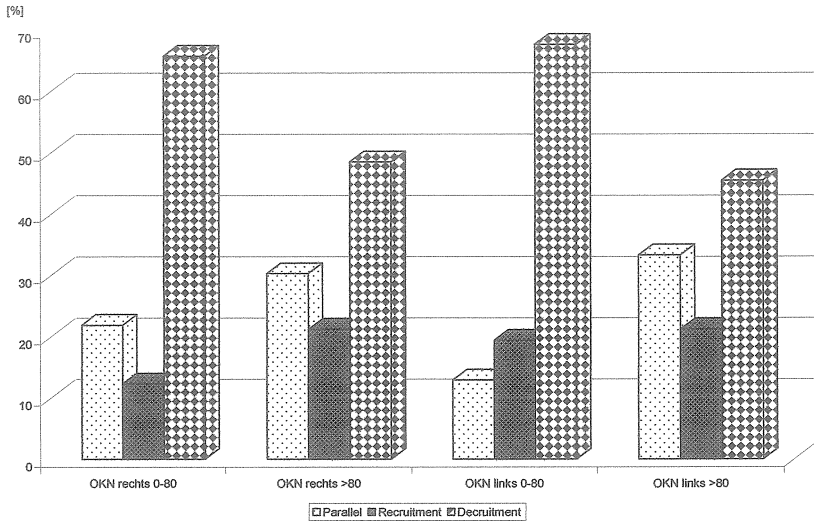
11. Kollektive mit unterschiedlichen OKN – Werten

Diagramm 40: Verhalten im VRRSV (Rechtsnystagmus) bei Patienten mit unterschiedlichen OKN- Werten im Seitenvergleich



In diesem Diagramm werden Patienten mit unterschiedlichen OKN-Werten beim Rechts- und Linksnystagmus untersucht. Beobachtet wird hierbei das Verhalten im VRRSV (Rechtsnystagmus) zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion. Bei allen vier Patientenkollektiven überwiegt das Parallelverhalten; an zweiter Stelle steht das Decruitmentverhalten, an dritter das Recruitment.

Diagramm 41: Verhalten im VRRSV (Linksnystagmus) bei Patienten mit unterschiedlichen OKN- Werten im Seitenvergleich



Im Diagramm 41 werden Patienten mit unterschiedlichen OKN-Werten beim Rechts- und Linksnystagmus untersucht. Beobachtet wird hierbei das Verhalten im VRRSV beim Linksnystagmus zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion. Bei allen vier Patientengruppen überwiegt das Decruitmentverhalten; an zweiter Stelle steht das Parallelverhalten, an dritter das Recruitmentverhalten. Bei Patienten mit OKN - Werten kleiner 80 beim Linksnystagmus kommt das Recruitment häufiger als das Parallelverhalten vor.

Tabelle 10: Perrotatoriuswerte für Rechts- und Linksdrehung bei Patienten mit unterschiedlichen OKN - Werten

	OKN (R) 0-80		OKN (R) >80		OKN (L) 0-80		OKN (L) >80	
	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
Perrotatorius (R)	61,7	16	61,4	19,4	65,8	17,1	60,3	20,7
Perrotatorius (L)	49,7	15,4	55,2	19,1	49,4	21,7	52,7	18,4

Tabelle 10 zeigt Perrotatoriusergebnisse für Rechts- und Linksdrehung im RIDT bei Patienten mit unterschiedlichen OKN- Werten für beide Drehrichtungen. Es ergeben sich keine signifikanten Unterschiede.

Tabelle 11: OKAN – Ergebnisse für Rechts- und Linksdrehung bei Kollektiven mit unterschiedlichen OKN- Werten

OKN (R) 0-80 OKN (R) >80 OKN (L) 0-80 OKN (L) >80

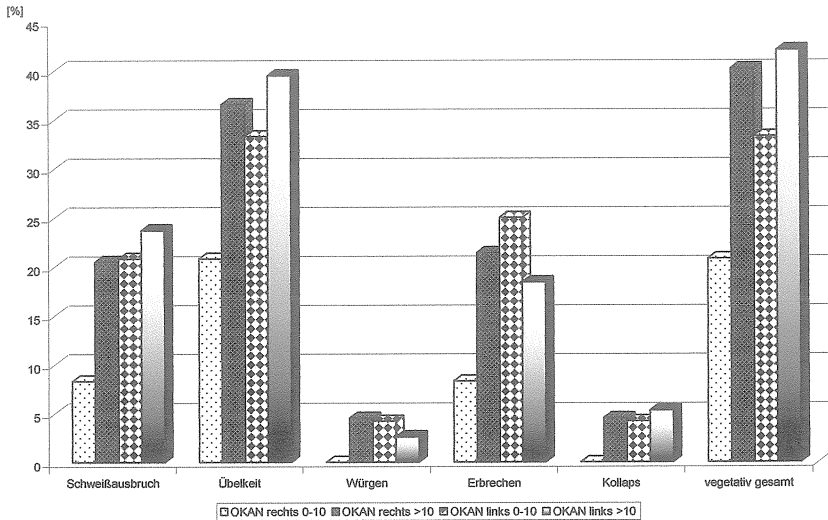
	OKN (R) 0-80		OKN (R) >80		OKN (L) 0-80		OKN (L) >80	
	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
OKAN (R)	28,2	16,8	29,8	20,3	31,7	20,6	28,2	19,8
OKAN (L)	17,1	11,4	24,8	22,1	22,3	20,5	20,7	16,8

Tabelle 11 stellt OKAN – Werte (optokinetischer – After- Nystagmus) bei Patienten mit unterschiedlichen Ergebnissen der optokinetischen Prüfung (OKN – Werte) für beide Drehrichtungen dar.

Es ergeben sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den vier Patientenkollektiven.

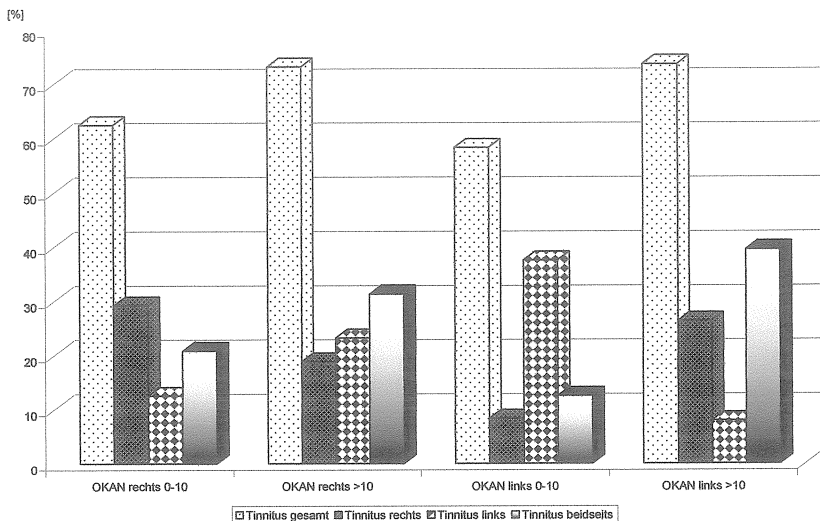
12. Kollektive mit unterschiedlichen OKAN – Werten

Diagramm 42: Häufigkeit von vegetativen Symptomen bei Patienten mit unterschiedlichen OKAN- Werten



Im Diagramm 42 werden Patienten mit OKAN-Werten kleiner und grösser als 10 Schläge pro 30- Sekunden-Intervall für beide Nystagmusrichtungen auf Vorhandensein von vegetativen Symptomen untersucht. Insgesamt werden vegetative Symptome häufiger bei Patienten mit übersteigerten OKAN- Werten angegeben (ca 40%). Am seltensten sind Patienten mit OKAN- Werten kleiner 10 (Rechtsnystagmus) betroffen.

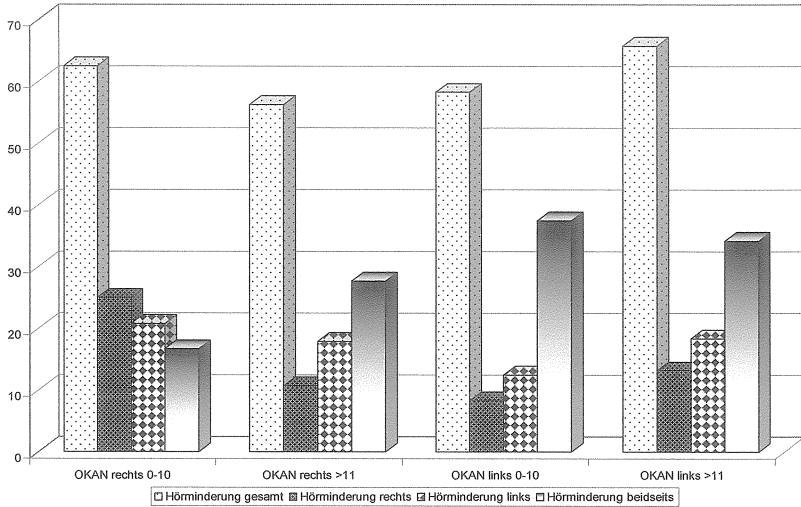
Diagramm 43: Häufigkeit von Tinnitus im Seitenvergleich bei Patienten mit unterschiedlichen OKAN- Werten



Das Diagramm 43 untersucht Patienten mit OKAN – Werten kleiner und grösser als 10 Schläge pro 30- Sekunden-Intervall im Hinblick auf Tinnitus-symptomatik. Bei Patienten mit OKAN – Werten kleiner 10 für Rechtsnystagmus überwiegt Tinnitus auf der rechten Seite; bei OKAN – Werten grösser 10 überwiegt der beidseitige Tinnitus. Ähnlich beim Linksnystagmus. Bei OKAN – Werten kleiner 10 überwiegt Tinnitus auf der linken Seite, während bei OKAN – Werten grösser 10 der beidseitige Tinnitus überwiegt.

Diagramm 44: Häufigkeit von Hörminderung im Seitenvergleich bei Patienten mit unterschiedlichen OKAN - Werten

[%]



Im Diagramm 44 werden Patienten mit OKAN – Werten kleiner und grösser 10 für Rechts- und Linksnystagmus im Hinblick auf Vorhandensein und Lokalisation von Hörminderung untersucht. Es ergeben sich keine grösseren Unterschiede; grösstenteils überwiegt die beidseitige Hörminderung. Bei Patienten mit OKAN – Werten kleiner 10 beim Rechtsnystagmus wird jedoch häufiger Hörminderung rechts angegeben.

Tabelle 12: Perrotatoriuswerte für Rechts- und Linksdrehung bei Patienten mit unterschiedlichen OKAN – Werten

OKAN (R) 0-10 OKAN (R) >10 OKAN (L) 0-10 OKAN (L) >10

	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
Perrotatorius (R)	55,1	13,0	63,0	18,3	63,8	14,2	62,9	22,1
Perrotatorius (L)	49,3	16,7	53,0	17,1	42,5	17,1	57,5	19,2

Tabelle 12 zeigt Perrotatoriusergebnisse für beide Drehrichtungen im RIDT für Patienten mit unterschiedlichen OKAN – Werten bei der Rechts- und Linksdrehung.

Patienten mit höheren OKAN – Werten bei der Rechtsdrehung (Rechtsnystagmus) haben auch höhere Perrotatoriuswerte bei der Rechtsdrehung (Rechtsnystagmus) als Patienten mit niedrigeren OKAN-Werten.

Patienten mit höheren OKAN – Werten bei der Linksdrehung (Linksnystagmus) haben auch höhere Perrotatoriuswerte bei der Linksdrehung (Linksnystagmus) als Patienten mit niedrigeren OKAN- Werten für diese Nystagmusrichtung.

Tabelle 13: Postrotatoriuswerte (Rechtsdrehung) bei Patienten mit Unterschiedlichen OKAN – Werten

OKAN (R) 0-10 OKAN (R) >10 OKAN (L) 0-10 OKAN (L) >10

Postrotat(R)	OKAN (R) 0-10		OKAN (R) >10		OKAN (L) 0-10		OKAN (L) >10	
	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
nach 5 sec	14,1	5,3	15,6	4,6	15,6	4,2	15,4	5,1

Tabelle 13 zeigt Postrotatoriuswerte nach fünf Sekunden für die Rechtsdrehung im RIDT bei Patienten mit unterschiedlichen OKAN- Werten in beide Richtungen in der optokinetischen Prüfung. Patienten mit OKAN – Werten nach rechts grösser 10 haben etwas höhere Postrotatoriuswerte als Patienten mit OKAN – Werten zwischen 0 – 10 pro 30 Sekundenintervall. Die unterschiedlichen OKAN - Werte nach links führen dagegen zu keiner wesentlichen Veränderung des Postrotatorius für die Rechtsdrehung.

Tabelle 14: OKN- Ergebnisse bei Patienten mit unterschiedlichen OKAN – Werten für beide Drehrichtungen

OKAN (R) 0-10 OKAN (R) >10 OKAN (L) 0-10 OKAN (L) >10

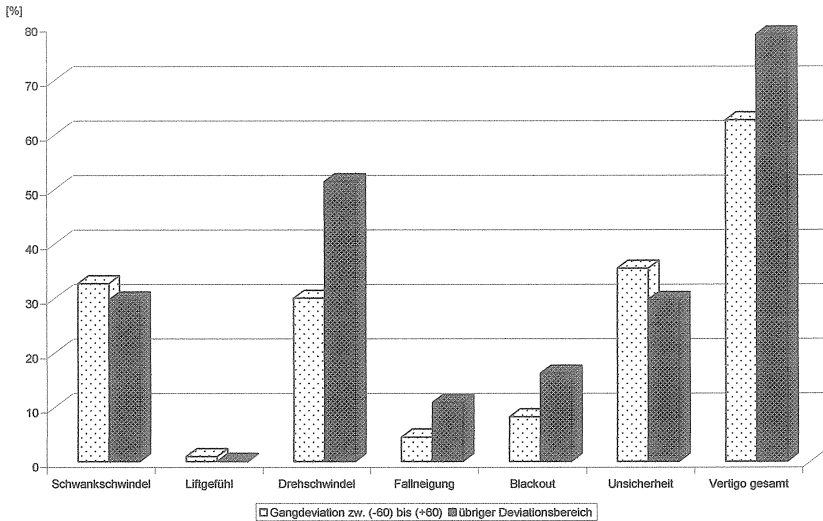
	OKAN (R) 0-10		OKAN (R) >10		OKAN (L) 0-10		OKAN (L) >10	
	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
OKN (R)	80,5	18,9	80,0	19,3	79,9	14,1	83,3	21,9
OKN (L)	80,4	25,4	78,9	17,9	76,3	18,0	80,7	20,4

Tabelle 14 zeigt OKN – Werte für beide Drehrichtungen bei Patienten mit unterschiedlichen OKAN – Werten; 0 bis 10 bzw. grösser 10 pro 30- Sekundenintervall.

Es ergeben sich keine wesentlichen Unterschiede bei den vier Patientenkollektiven.

13. Kollektive mit normaler und pathologischer Gangdeviation

Diagramm 45: Häufigkeit von Vertigosymptomen bei Patienten mit normaler und pathologischer Gangdeviation im CCG



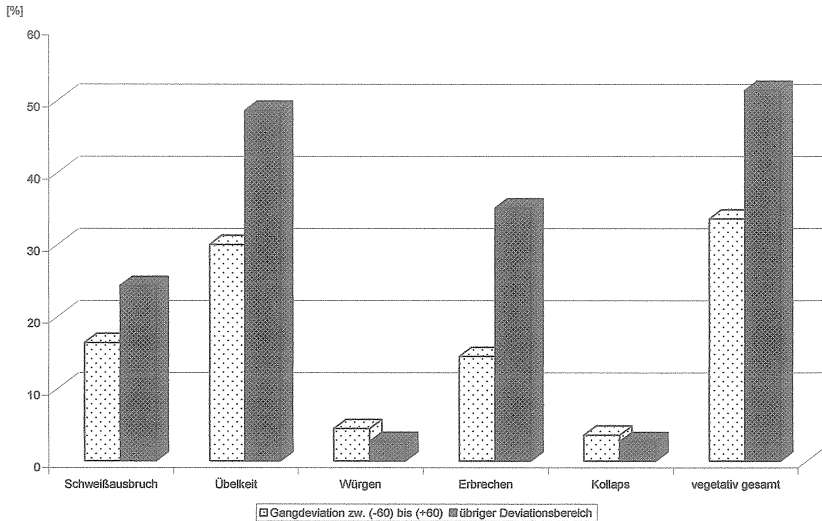
Das Diagramm 45 untersucht den Zusammenhang zwischen Gangdeviation im CCG und Vorhandensein von Vertigo. Hierzu werden zwei Kollektive gebildet. Patienten mit normaler und pathologischer Gangdeviation. Es leiden insgesamt mehr Patienten mit pathologischer Gangdeviation (78.4%) an Vertigo als mit physiologischer (62.7%). Bei den einzelnen Schwindelarten überwiegt beim Drehschwindel, Fallneigung und Schwarzwerden vor den Augen das pathologische Patientenkollektiv. Beim Schwankschwindel, Liftgefühl und Unsicherheit sind Patienten mit normalen Deviationswerten dominant.

Tabelle 15: OKN- und OKAN – Werte bei Patienten mit physiologischer und pathologischer Gangdeviation im CCG

	Gangdeviation:(-60)bis(+60)		übrige Deviationbereiche	
	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
OKN (R)	79,1	19,7	81,0	17,6
OKAN (R)	28,2	18,1	32,1	19,9
OKN (L)	77,0	21,2	82,3	13,3
OKAN (L)	23,1	19,2	16,3	14,7

Tabelle 15 zeigt Ergebnisse der optokinetischen Prüfung bei Patienten mit physiologischer und pathologischer Gangdeviation im CCG. Insgesamt haben Patienten mit pathologischer Deviation bis auf den OKAN – Wert (Linksdrehung) höhere Werte bei der optokinetischen Prüfung als Patienten mit physiologischer Deviation.

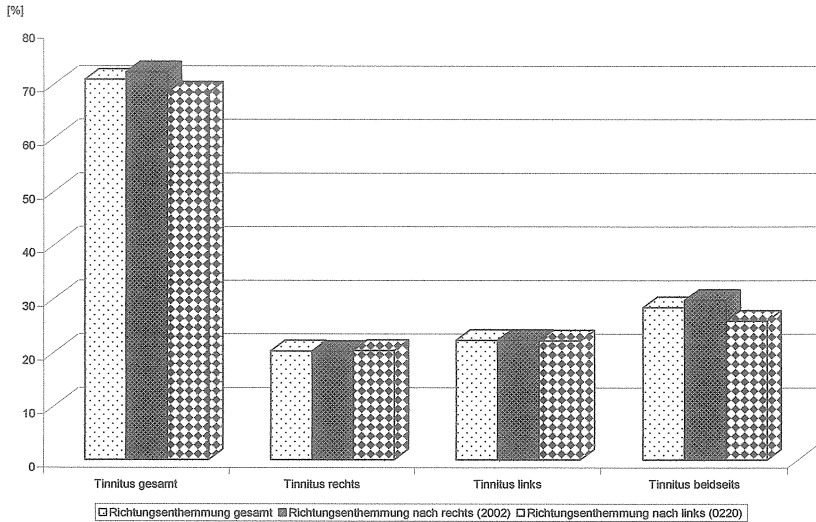
Diagramm 46: Häufigkeit von vegetativen Symptomen bei Patienten mit normaler und pathologischer Gangdeviation im CCG



Das Diagramm 46 untersucht Patienten mit physiologischen und pathologischen Deviationswerten im CCG im Hinblick auf das Vorhandensein von vegetativen Symptomen. Insgesamt geben mehr Patienten mit pathologischen Werten (51.4%) als mit physiologischen (33.6%) vegetative Begleitsymptome an. Bei genauer Betrachtung der einzelnen vegetativen Symptome überwiegen beim Schweißausbruch, Übelkeit, Erbrechen pathologische CCG - Werte; während beim Würgen und Kollaps Patienten mit physiologischen Werten geringfügig dominanter sind.

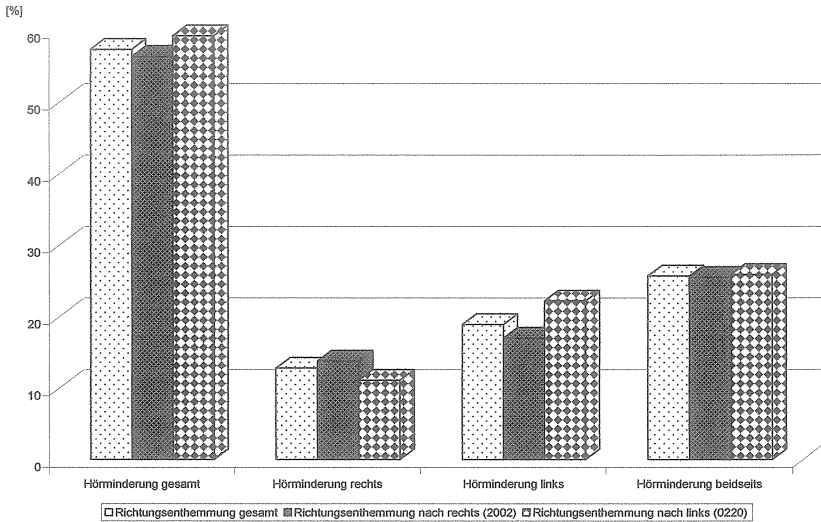
14. Kollektive mit Rechts- und Linksenthemmung

Diagramm 47: Häufigkeit von Tinnitus im Seitenvergleich im Bezug auf Richtungsenthemmung



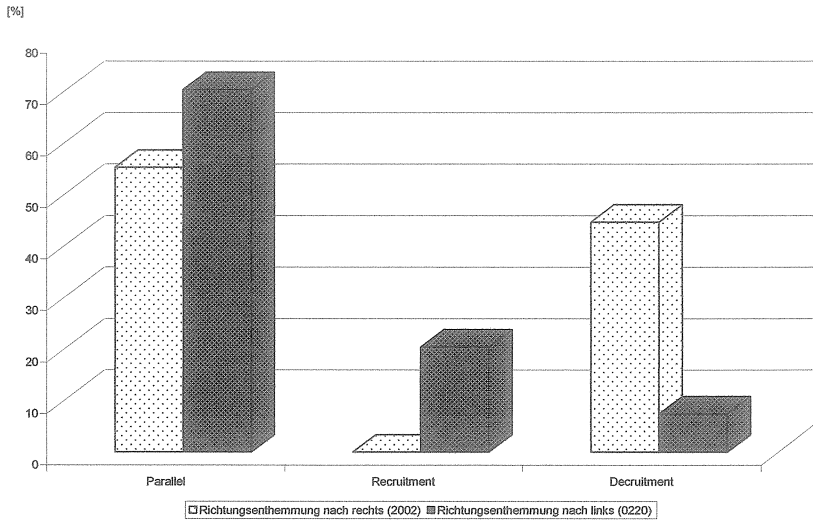
Das Diagramm 47 untersucht Patienten mit Richtungsenthemmung nach rechts und nach links im Hinblick auf das Vorhandensein und Lokalisation der Tinnitus-symptomatik. Es ergeben sich keine signifikanten Unterschiede im Bezug auf die Präferenz der Lokalisation bei beiden Kollektiven.

Diagramm 48: Häufigkeit von Hörminderung im Seitenvergleich im Bezug auf Richtungsenthemmung



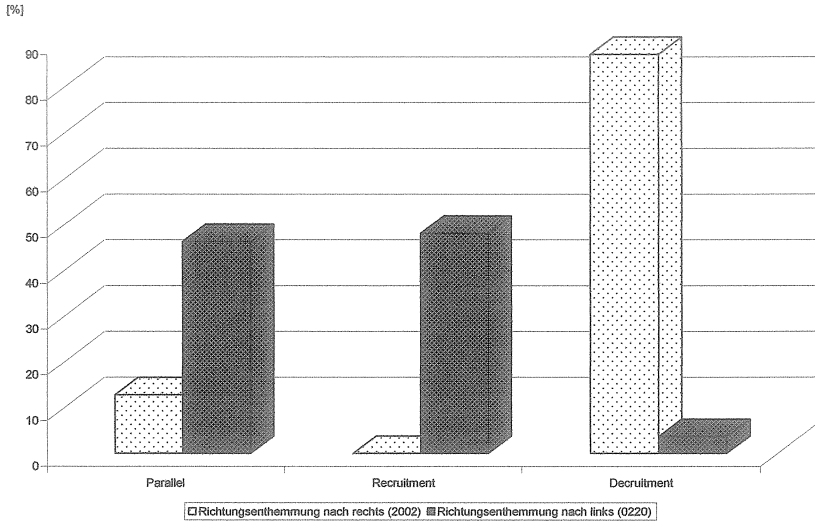
Das Diagramm 48 untersucht Patienten mit Richtungsenthemmung nach rechts und nach links im Hinblick auf Vorhandensein und Lokalisation von Hörminderung. Insgesamt haben ca 60% der Patienten eine Hörminderung. Am häufigsten sind beide Hörorgane betroffen. Patienten mit Richtungsenthemmung nach links leiden häufiger an Hörminderung links, während Patienten mit Richtungsenthemmung nach rechts häufiger an Hörminderung rechts leiden.

Diagramm 49: Verhalten im VRRSV (Rechtsnystagmus) im Bezug auf Richtungsenthemmung



Das Diagramm 49 stellt das Verhalten im VRRSV beim Rechtsnystagmus bei Patienten mit Richtungsenthemmung nach rechts bzw. nach links dar. Bei beiden Patientenkollektiven überwiegt das Parallelverhalten zwischen kalorischer und perrotatorischer Reaktion. Bei Patienten mit Richtungsenthemmung nach rechts folgt an zweiter Stelle das Decruitmentverhalten, während das Recruitmentverhalten gar nicht vorkommt. Bei Patienten mit Richtungsenthemmung nach links folgt das Recruitmentverhalten an zweiter Stelle.

Diagramm 50: Verhalten im VRRSV (Linksnystagmus) im Bezug auf Richtungsenthemmung



Im Diagramm 50 wird das Verhalten im VRRSV (Linksnystagmus) bei Patienten mit Richtungsenthemmung nach rechts bzw. nach links näher untersucht. Bei Patienten mit Richtungsenthemmung nach rechts überwiegt mit über 80% das Decruitmentverhalten während das Recruitmentverhalten überhaupt nicht vorkommt. Bei Patienten mit Richtungsenthemmung nach links kommt das Parallel- und Recruitmentverhalten mit ca 47% gleich häufig vor.

Tabelle 16: Perrotatoriuswerte für Rechts- und Linksdrehung im Bezug auf die Richtung der Enthemmung

	Richtungsenhemmung nach rechts		Richtungsenhemmung nach links	
	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
Perrotatorius (R)	65,2	16,3	54,4	16,9
Perrotatorius (L)	47,5	15,2	61,2	18,2

Tabelle 16 zeigt Perrotatoriuswerte für beide Drehrichtungen im RIDT für Patienten mit Rechts- und Linksenhemmung. Es wird deutlich, dass ein Zusammenhang zwischen Richtung der Enthemmung und Perrotatoriuschlagrate besteht.

Patienten mit Richtungsenhemmung nach rechts haben höhere Perrotatoriuswerte (Rechtsdrehung/Rechtsnystagmus) als Patienten mit Richtungsenhemmung nach links.

Patienten mit Richtungsenhemmung nach links haben höhere Perrotatoriuschlagraten (Linksdrehung/Linksnystagmus) als Patienten mit Richtungsenhemmung nach rechts.

Tabelle 17: OKN-/OKAN – Werte bei Rechts- und Linksdrehung bei Patienten mit Rechts- und Linksenthemmung

	Richtungsenthemmung nach rechts		Richtungsenthemmung nach links	
	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
OKN (R)	79,7	17,5	79,7	22,2
OKAN (R)	33,3	18,2	21,1	16,6
OKN (L)	78,1	16,3	78,6	24,6
OKAN (L)	18,0	14,5	26,6	22,6

Tabelle 17 stellt Ergebnisse der optokinetischen Prüfung bei Patienten mit Richtungsenthemmung nach rechts und nach links dar. 54 Patienten des Gesamtkollektivs haben eine linksgerichtete Enthemmung (36.6%); 94 Patienten eine rechtsgerichtete Enthemmung (63.4%).

Bei den OKN – Werten ergeben sich keine signifikanten Unterschiede bei beiden Patientenkollektiven.

Bei den OKAN – Ergebnissen dagegen besteht ein Zusammenhang zwischen der Richtung der Enthemmung und OKAN – Werten für die zur Seite der Enthemmung gerichtete Drehrichtung.

Tabelle 18: anguläre Deviation im CCG im Zusammenhang mit Richtungsenthemmung

	Richtungsenthemmung nach rechts		Richtungsenthemmung nach links	
	Mittelwert	St.-Dev.	Mittelwert	St.-Dev.
ang.Deviat.	37,3	105,3	2,4	96,5

Tabelle 18 stellt Ergebnisse des CCG (anguläre Deviation) bei Patienten mit Rechts- und Linksenthemmung dar.

Im Durchschnitt weisen Patienten mit Rechtshemmung eine höhere anguläre Deviation auf als Patienten mit Linksenthemmung .

IV. KASUISTISCHE ERGEBNISSE

Fall 1, P.R., 32 Jahre, männlich, 1.80m, 105 kg

1. Anamnese

Es besteht seit ca vier Jahren Schwindelsymptomatik sowie Tinnitus und Hörverminderung beidseits. Der Patient klagt über Drehgefühl nach rechts und nach links sowie Unsicherheit und Schwarzwerden vor den Augen. Schwindelgefühl wird meistens beim Aufstehen ausgelöst , wobei die Dauer des einzelnen Anfalls etwa einen Tag beträgt. Darüberhinaus leidet der Patient unter Schweissausbruch, Übelkeit und Erbrechen. In der neurologischen Befragung erwähnt der Patient einen epileptischen Anfall vor ca einem Jahr und einen Hörsturz auf der rechten Seite vor vier Jahren. Herr P.R. leidet an leichter Hypertonie und raucht täglich ca 20 Zigaretten.

2. Befunde

Normale Blickpendelfolge.

Deutlicher rechtsschlägiger Spontannystagmus.

Enthemmter kalorischer Rechtsnystagmus.

Stark enthemmter perrotatorischer Nystagmus.

Die optokinetische Augenbewegungsfunktion ist normal.

Im Tret-CCG stark verbreiterte Lateralschwankungen mit 360° Linksabweichung.

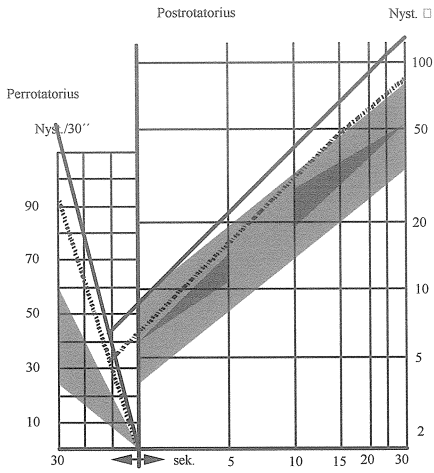
Ataktische Kopf-Körper-Bewegungsmuster der mittels des CCG aufgezeichneten vestibulo-spinalen Reaktionen.

3. Diagnose

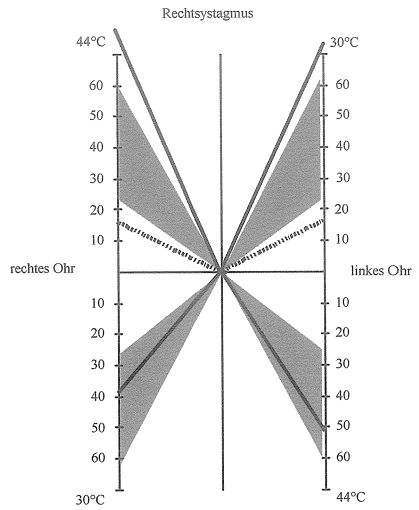
Zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung

Zentrales Hemmungsdefizit.

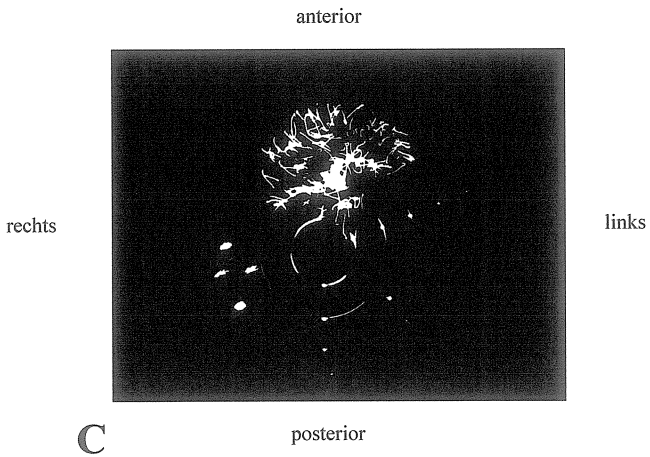
Fall 1, P. R., 32 Jahre, männlich



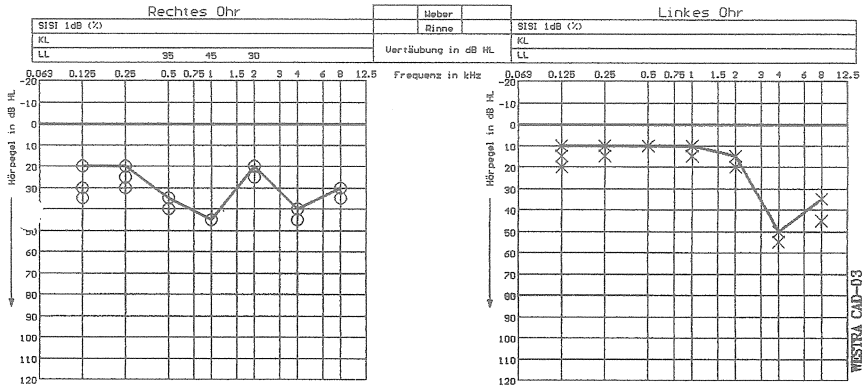
A



B



C

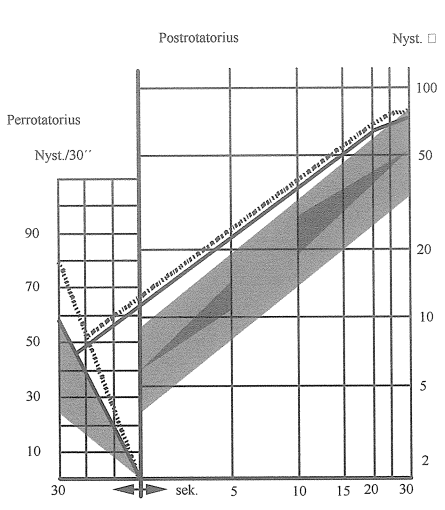


Fall 2, P.C., 49 Jahre, weiblich, 1.70m, 70kg

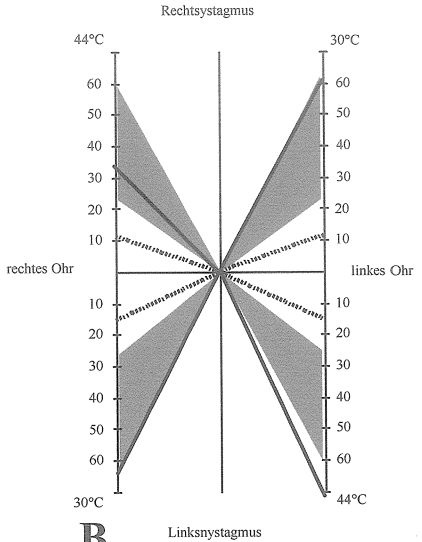
1. Anamnese

Die Patientin klagt über Tinnitusymptomatik sowie Hörverminderung auf der rechten Seite. Es besteht keine Vertigosymptomatik und auch keine vegetativen Begleitsymptome. Die neurologische Befragung zeigt ebenfalls keine Auffälligkeiten. Es besteht gelegentlich die Neigung zur Hypotonie; es sind keine weiteren Grunderkrankungen bekannt.

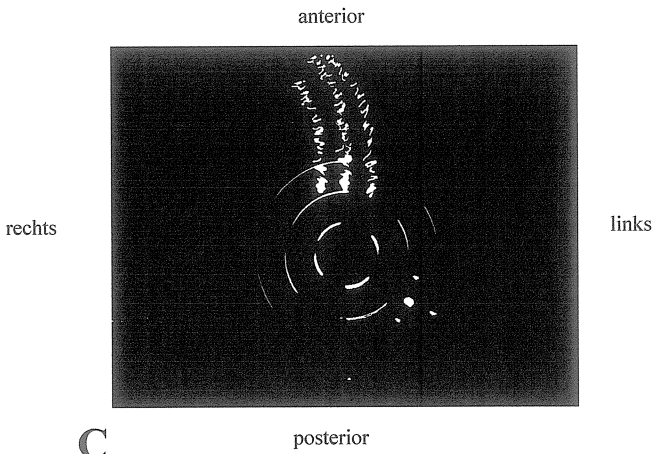
Fall 2, P. C., 49 Jahre, weiblich



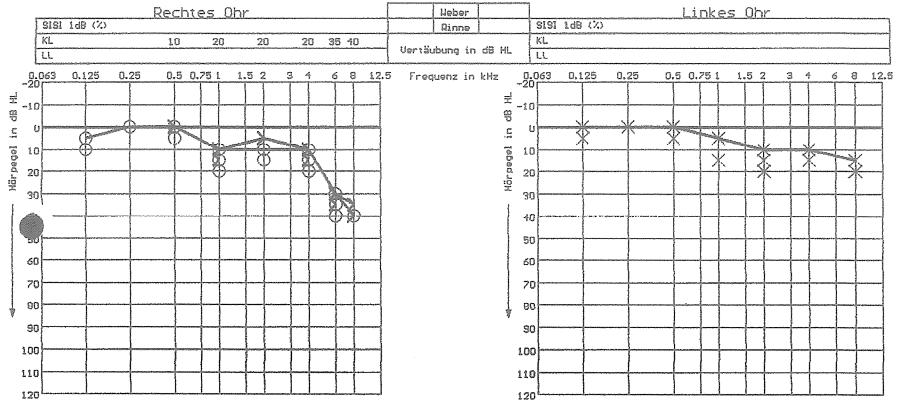
A



B



C



2. Befunde

Kein gerichteter Spontannystagmus.

Frequenzenthemmung der kalorischen und rotatorischen Nystagmusreaktionen.

Normale Blickpendelfolge.

Stark enthemmter optokinetischer Afternystagmus jeweils in Drehrichtung

Die vestibulo- spinale Gleichgewichtsregulation ist normal

3. Diagnose

Zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung

Allgemeines zentrales Enthemmungsverhalten

Fall 3, K. E., 61 Jahre, weiblich, 1.55m, 56kg**1. Anamnese**

Die Patientin leidet seit einigen Jahren an Tinnitus aurium sowie Hörverminderung beidseits. Darüberhinaus besteht Schwindelsymptomatik; die Patientin klagt über Schwankschwindel und Drehgefühl. Die Dauer des einzelnen Schwindelanfalls beträgt einige Sekunden, manchmal auch Stunden. Auslöser des Schwindels sind: Kopfdrehen, Bücken, Aufstehen und Blickwendung nach oben. Die neurologische Untersuchung ergibt positive Trigeminaszeichen auf der rechten Seite. Es besteht Neigung zur Hypotonie.

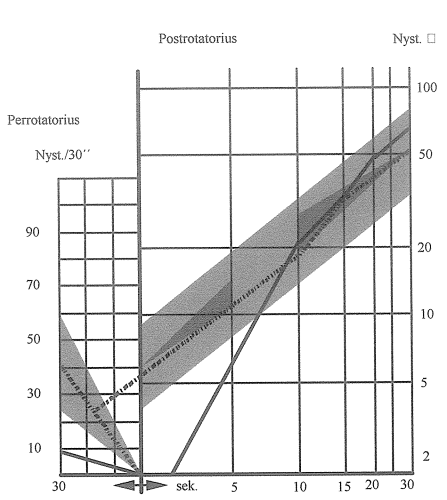
2. Befunde

Normale Blickpendelfolge.
Leichter rechtsschlägiger Spontannystagmus.
Leicht enthemmter kalorischer Rechtsnystagmus.
Gehemmter Perrotatorius bei Rechtsdrehung.
Vestibuläres Decruitment im VRRSV rechts.
Enthemmter optokinetischer Afternystagmus jeweils in Drehrichtung.
Rechtsabweichung im Tret-CCG.

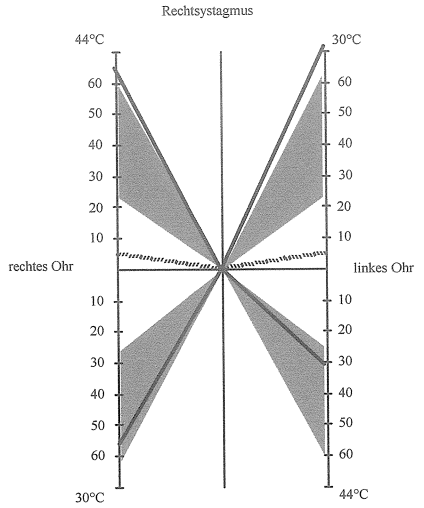
3. Diagnose

Zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung
Störung der zentralen Nystagmusgeneratorfunktion.

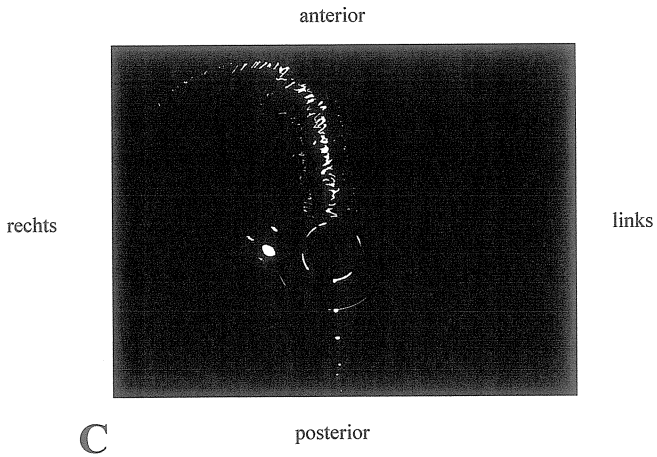
Fall 3, K. E., 61 Jahre, weiblich



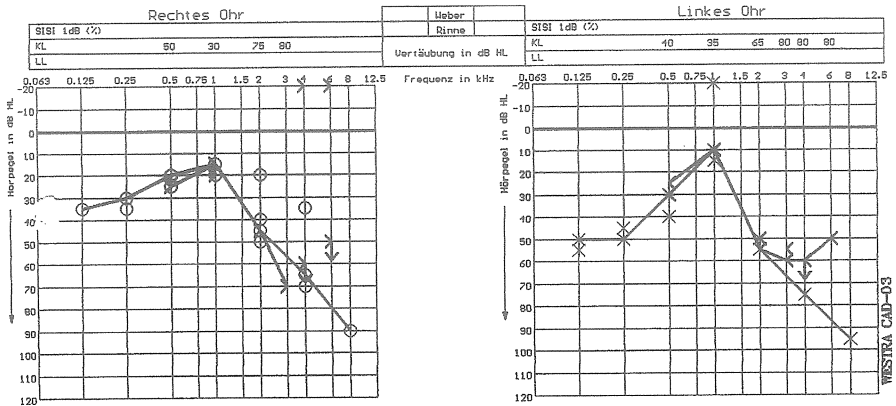
A



B



C

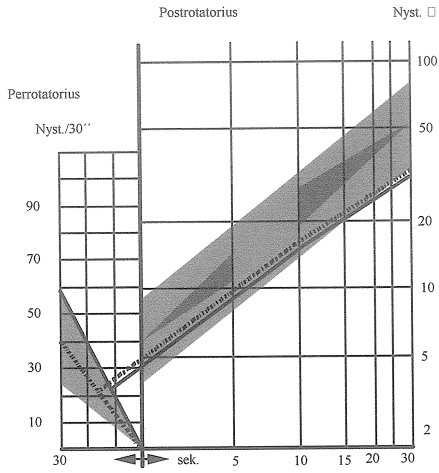


Fall 4, R. H., 59 Jahre, weiblich, 1.82m, 99kg

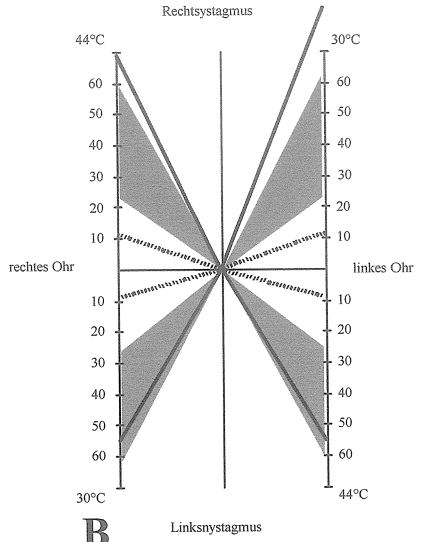
1. Anamnese

Die Patientin leidet seit einigen Wochen an Schwankschwindel, wobei die Beschwerden vor allem beim Bücken und Aufstehen auftreten. Der einzelne Vertigoanfall hält meistens einige Stunden an, selten Tage. An vegetativen Symptomen wird Übelkeit angegeben. Die Patientin leidet darüberhinaus an Tinnitus aurium beidseits, sowie Hörverminderung auf der linken Seite. Vor ca einem halben Jahr wurde die Patientin wegen Sinusitis maxillaris behandelt. Die übrige Anamnese zeigt keine Auffälligkeiten.

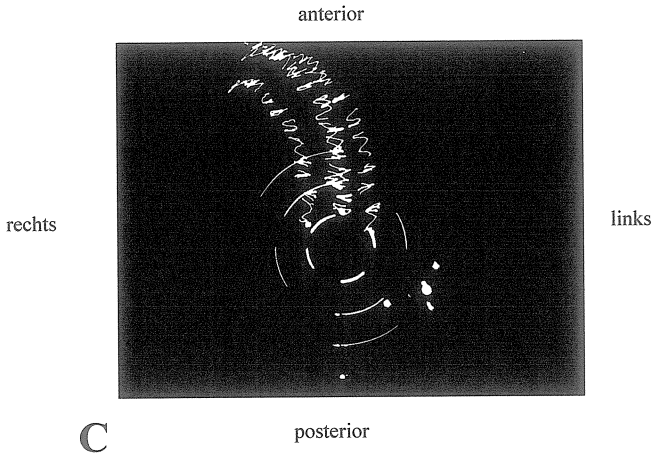
Fall 4, R. H., 59 Jahre, weiblich



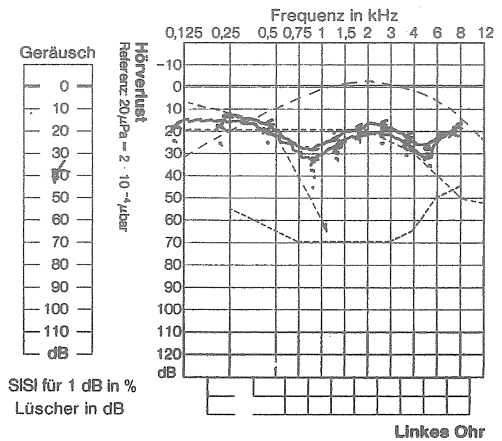
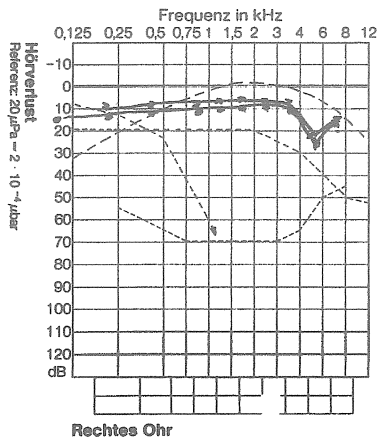
A



B



C



2. Befunde

Die Nystagmusmuster sind rechts enthemmt.
Leichter beidseitiger Spontanystagmus.
Vestibuläres Decruitment im VRRSV.

3. Diagnose

Zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung

Fall 5, Z. W., 54 Jahre, männlich, 1.89m, 96kg

1. Anamnese

Der Patient leidet an Tinnitus aurium sowie Hörverminderung beidseits. Es besteht keine Vertigosymptomatik. Der Patient nimmt bei Zustand nach doppelseitiger Lungenembolie vor einem Jahr Marcumar ein. Die neurologische Anamnese und Untersuchung zeigt keine Auffälligkeiten.

2. Befunde

Die schlagrichtungsmässig ausgewertete experimentelle Nystagmusreaktion ist nach links enthemmt.

Tachykarde Herzrhythmusstörung während der aequilibrimetrischen Prüfung.

Verlangsamte Reaktionslatenzen vestibulärer Reaktionen der experimentellen aequilibrimetrischen Prüfungen.

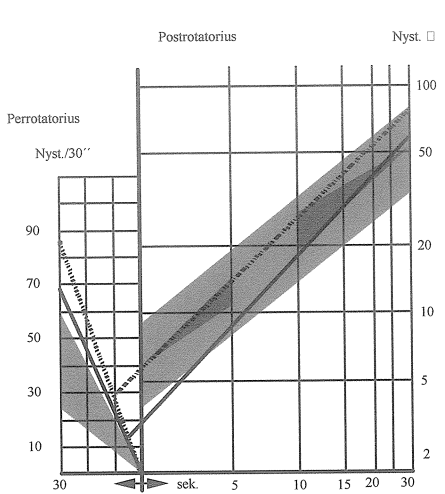
Die vestibulospinale Gleichgewichtsregulation ist leicht gestört.

3. Diagnose

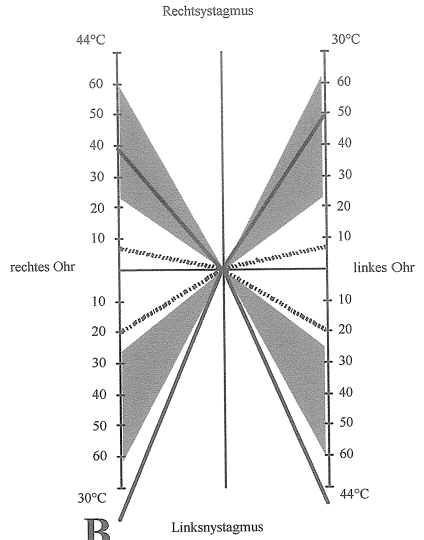
Zentrale Gleichgewichtsfunktionsstörung.

Störung der zentralen Nystagmusgeneratorfunktion.

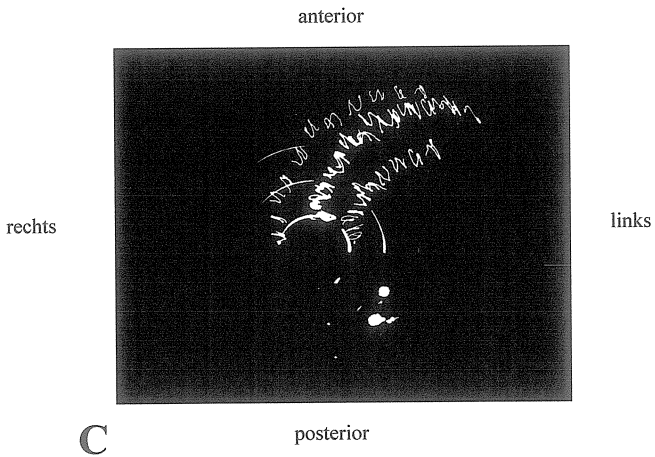
Fall 5, Z. W., 54 Jahre, männlich



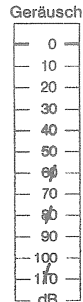
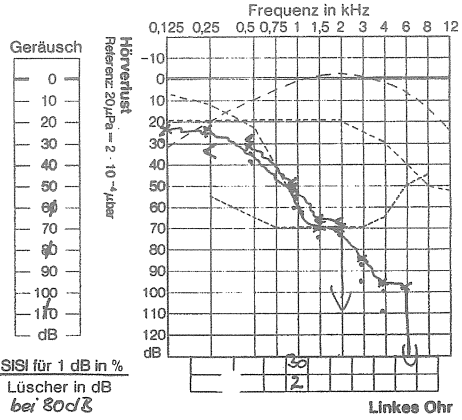
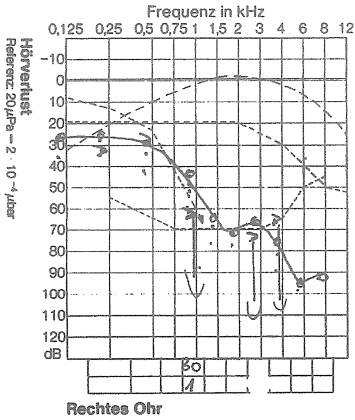
A



B

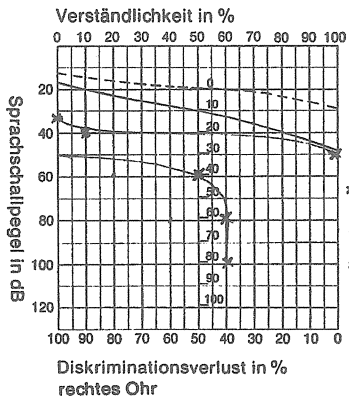


C

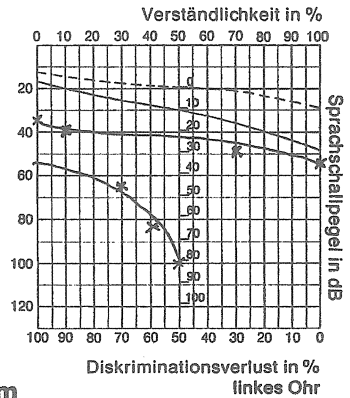


SISI für 1 dB in %
Lüscher in dB
bei 80dB

Hörweitenmessung in m	v				v			
Ugsp.: Zahlen	> 4				> 4			
Ugsp.: T-Worte	3-4				3-4			
Flsp.: Zahlen	0,25				a.c.			
			Rinne	Weber	Rinne			
			² / _c					
			³ / _c					



Sprach-Audiogramm



V. Diskussion

Einführend in die Diskussion soll darauf hingewiesen werden, dass im heutigen Schrifttum unterschiedliche Nomenklatur und auch unterschiedliche Untersuchungsmethoden und Definitionen im Bezug auf die Richtungsenthemmung (RE) existieren. Normalerweise wird die Richtung der Enthemmung durch die Richtung der schnellen Nystagmusphase definiert, so dass es sich bei einer RE nach links um Reaktionen mit schnellerer Nystagmusphase nach links handelt. Einige Autoren weisen jedoch auf die besondere Bedeutung der langsamen Phase hin und definieren die RE bezüglich der Richtung der langsamen Nystagmusphase. (38) Dieser Ausarbeitung liegt zur Beurteilung der RE die oben beschriebene zentrale Nystagmusfrequenz zugrunde (39). Ausserdem wurde in früheren Arbeiten die Dauer des Nystagmus bei Licht herangezogen, bis später die Langsame-Phase-Geschwindigkeit im Dunkeln als überlegen angesehen wurde (23,28). Günther Mulch (17) beschrieb in seiner Arbeit die Geschwindigkeit der langsamen Nystagmusphase und die zentrale Nystagmusfrequenz aus praktischen Gründen als die geeignetsten Methoden, um den Nystagmus zu bewerten.

A. Anatomische Vorbemerkungen

1. Vestibuläre Peripherie (39)

Als vestibuläre Peripherie werden der Innenohrrezeptor mit Cochlea, Macula sacculi, Macula utrikuli, den Cupulaorganen und die ersten Neurone, die im N. octavus verlaufen, bezeichnet. Die Zellkörper der vestibulären Ganglienzellen befinden sich im Ganglion Scarpae, wobei die bipolaren Ganglienzellen mit ihrem Fortsatz bis in die seitliche Rautengrube zu den Vestibulariskernen und zum Teil bis in den nodulo-foculären Bereich des Cerebellum reichen. Gemäss einer anatomischen Dreiteilung, werden die Informationen zum einen aus der Cochlea, zum anderen aus dem Utriculus und dem vorderen und lateralen Bogengang und zum dritten aus dem Sacculus und dem hinteren Bogengang über unterschiedliche Bahnen zentralwärts geleitet. Der laterale Vestibulariskern empfängt Fasern aus der Macula utriculi. Der obere und der mittlere Vestibulariskern erhalten Fasern aus den Cristae der Bogengänge. Der untere Vestibulariskern wird von Fasern aus den Cristae der Bogengänge und der Macula sacculi erreicht. Die Polarisierung der Haarzellaktivität wird bei den Bogengängen in Richtung auf den Utriculus angegeben, so dass diese unterschiedlich ist für einerseits den lateralen Bogengang und andererseits die vertikalen Bogengänge. Eine Auslenkung der Cupula des lat. Bogengangs in Richtung Utrikulus führt also zu einer Frequenzerhöhung und der Horizontalnystagmus würde dann zu dieser Seite schlagen. Umgekehrt kommt es bei einer Auslenkung in Richtung auf den lat. Bogengang zu einer

Frequenzerniedrigung der Impulszüge. Bei den vertikalen Bogengängen liegen die Verhältnisse im Zusammenhang mit Richtung der Auslenkung und Frequenzänderung genau umgekehrt. Da die Vestibularrezeptoren paarig angelegt sind, entsteht bei einer Drehung nach rechts eine stärkere Differenz zwischen beiden Seiten – im rechten Bogengang entsteht eine Cupulaauslenkung zum rechten Utrikulus und im linken Bogengang eine bogenwärts gerichtete Auslenkung. Es resultiert ein perrotatorischer Rechtsnystagmus in Drehrichtung.

Im Kupulaorgan (22) befindet sich die Crista ampullaris mit ihren Sinneszellen und der ihnen aufsitzenden Gallertkappe. Die Gallertkappe ist an der Kuppel der Ampulla befestigt und wird mit feinen Fäden, welche aus den Stereozilien hervorgehen, mit der Crista verbunden. Die Auslenkung der Fäden bewirkt zum einen eine Stimulation der Sinneszelle zum anderen sorgen sie für die Rückkehr der Kupula nach erfolgter Auslenkung in ihre Ausgangslage. Die Haarzelle besitzt mehrere Stereozilien aber nur ein Kinozilium, welches freibeweglich und unabhängig in seiner Aktivität von der Kupulaauslenkung ist. Es gibt Auskunft über die Ausgangsaktivität und ermöglicht somit eine Richtungsdiskriminierung.

Die Erregung des Kinoziliums wird durch eine dezente Endolymphströmung im subcupulären Raum hervorgerufen.

Fitzgerald und Hallpike (18) haben den Schluss gezogen, dass die RE zur gesunden Seite, welche im Anschluss an einen Labyrinthausfall auftritt, zum Teil durch den einseitigen Verlust der utrikulären Funktion gefördert wird (sog. Utrikular-paresis). Ein SN zur gesunden Seite verschwindet jedoch aufgrund von zentralen Kompensationsmechanismen. Es handelt sich hierbei jedoch um einen latent vorhandenen Nystagmus, welcher im kalorischen Test zur RE führt. So führt Kaltwasserreizung der betroffenen Seite zum starken Ausschlag nach rechts, da ja bereits ein latenter Nystagmus nach rechts vorhanden ist. Warmwasserreizung auf der betroffenen linken Seite führt dagegen zu einem nur geringen Ausschlag nach links. Klinisch werden jedoch unterschiedliche Kombinationen angetroffen und die RE kommt auch zur betroffenen Seite vor oder fehlt. Selbst ist eine RE ohne Canal-paresis möglich.

Zalin (22) betont in seinen Ausführungen die Bedeutung des stereoziliären Mechanismus als ein wichtiges Regulations- und Kompensationszentrum. So kommt es im Falle einer linksseitigen Schädigung des Vestibularapparates zu einer erhöhten Aktivität des Kinoziliums auf der betroffenen Seite. Auf der gesunden Seite nimmt dagegen die Aktivität im Sinne einer peripheren Kompensation ab. Auf diese Weise entsteht eine RE nach rechts ohne SN. Somit kann das periphere System eine bedeutende Rolle bei der Entstehung von RE spielen und zwar

- bei Parese oder verminderter Aktivität des stereociliären Systems
- bei Elastizitätsverlust oder Ruptur der Verbindungsfäden zwischen Crista und Cupula
- bei verminderter Aktivität der Stereocilien

2. zentrale Strukturen (39)

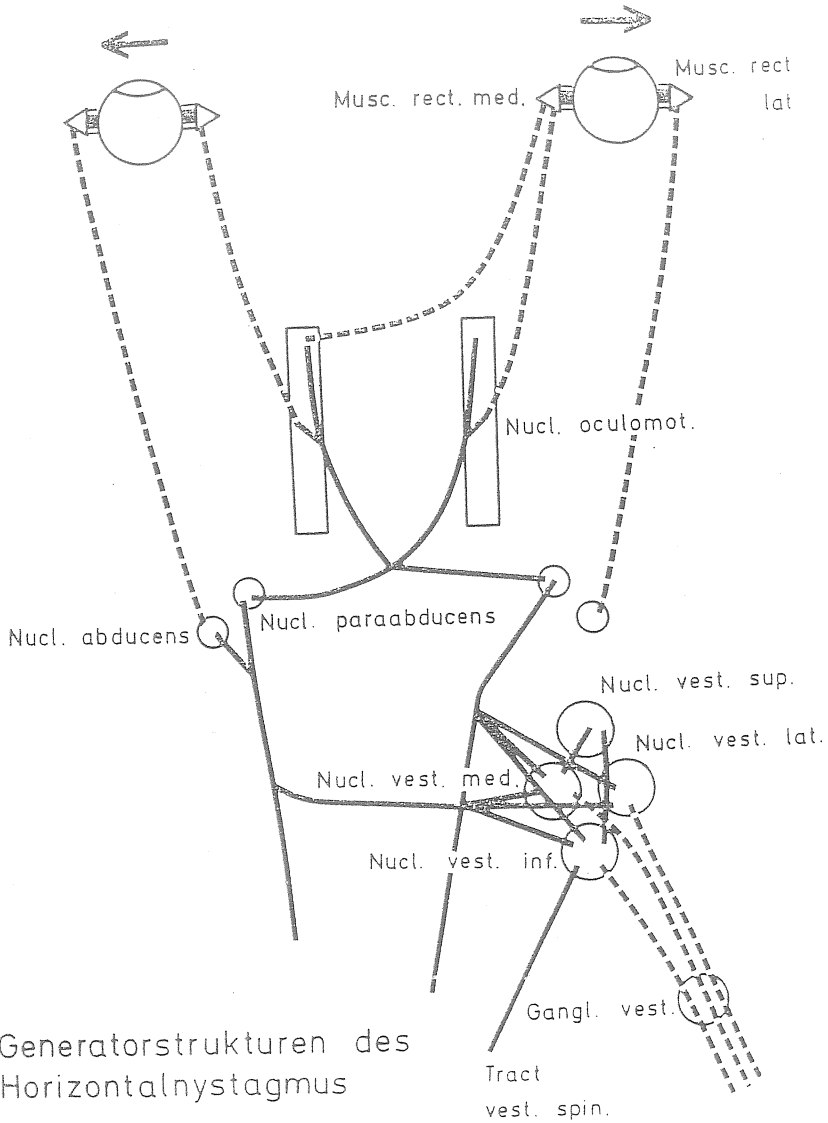
Im Zusammenhang mit den in dieser Arbeit durchgeführten Vestibularisprüfungen sind die rhombencephalen Strukturen, dh. Pons, Medulla oblongata, Mesencephalon, Cerebellum und auch höhere Hirnanteile wichtig, denn dort wird der Nystagmus erzeugt. Bei dieser Untersuchung über Richtungsenthemmung lag der Schwerpunkt des Interesses auf dem Horizontalnystagmus. Die Abbildung 7 zeigt die Generatorstrukturen des vestibulären Horizontalnystagmus, wobei hier auf die Darstellung der nystagmusregulierenden und -dämpfenden Bahnsysteme und Schleifen, die für Enthemmungszustände verantwortlich sind, aus Übersichtsgründen verzichtet wurde. Nicht dargestellt sind ebenfalls die zahlreichen Verknüpfungen zwischen dem Cerebellum und den Vestibulariskernen.

Die Fasern des Nervus vestibularis zweigen sich in ein ascendierendes und ein descendierendes Bündel auf. Die absteigenden Fasern erreichen die Nuclei vestibulares inferiores und laterales. Die aufsteigenden Fasern ziehen in den Nucleus vestibularis superior und medialis. Einige Fasern gelangen auch direkt zum Kleinhirn (zum Nucleus fastigii, zu Nodulus, Flocculus und zur Uvula). Afferente Fasern des Nervus vestibularis und der Nuclei vestibulares medialis et inferior ziehen ins gleichseitige Archicerebellum sowie in den Vermis inferior ein. Weniger zahlreiche Fasern gelangen in Uvula und Lingula sowie zu den Nuclei fastigii beider Seiten. Das Archicerebellum empfängt Fasern vom oberen, mittleren und unteren Vestibulariskern und auch Fasern, die direkt vom Nervus vestibularis ohne Umschaltung abgehen. Die Vestibulariskerne erhalten umgekehrt Impulse vom Archicerebellum. Im Tractus cerebellovestibularis ziehen Fasern vom Flocculus, Nodulus und den Nuclei fastigii zu allen vier Nuclei vestibulares. Auch Neuriten der Purkinjezelle der vorderen und hinteren Wurmregion mengen sich diesem Bündel bei. Es verdichtet sich der Anhalt, dass bestimmte Zentren im Cerebellum, in den Nuclei vestibulares, dem Rückenmark und höheren Ebenen des Hirnstammes ein efferentes Fasernsystem zu den vestibulären Rezeptoren entlassen.

Über das mittlere Längsbündel, den Fasciculus longitudinalis medialis, erreichen die Impulse der Nuclei vestibulares die Kerne der Hirnnerven III, V, VI, VII, X und XI, sowie Vorderhornzellen des Halsmarks. Koordinationsaufgaben für die Bewegungen der Augen sind unbestritten.

Weitere wichtige Bahnverbindungen bestehen zu den autonomen Zentren in der Formatio reticularis des Hirnstammes. Im Tractus vestibulopontinus sollen über das mittlere Längsbündel oder unabhängig davon Vestibularisfasern zur Formatio reticularis pontinis ziehen. Die Formatio reticularis erhält ausserdem Fasern vom Vermis cerebelli. Neuriten der Nuclei vestibulares sollen bilateral auch zum Cortex cerebri aufsteigen. Diese Bahnen sind umstritten. Eine Umschaltung soll im Thalamus erfolgen. Experimentell ist der Nachweis erbracht, dass das Vestibularissystem im Lobus parietalis repräsentiert ist. Angaben über eine Empfindung von Verschiebung des Körpers oder Drehbewegung bei Stimulation der Regio parietalis liegen vor. Eine andere vestibuläre Repräsentation liegt wahrscheinlich im oberen Temporallappen gegenüber dem Hörfeld. Das gelegentliche Vorkommen von Schwindel nach elektrischer Stimulierung des oberen Temporallappens beim wachen Patienten und die anatomische Nachbarschaft zwischen den vestibulären und cochlären Sinnesstrukturen im membranösen Labyrinth legen das Konzept benachbarter kortikaler Repräsentation nahe.

Abb. 7



Die Augenmuskelkerne bestimmen die Bewegungen der äusseren Augenmuskeln. Sie bestehen aus multipolaren somatomotorischen Ganglienzellen. Sie empfangen tectobulbäre Fasern aus dem oberen Vierhügelpaar. Ausserdem stehen sie mit den Vestibulariskernen über das mittlere Längsbündel in Verbindung. Die Fasern des mittleren Längsbündels verlaufen gekreuzt und ungekreuzt und verbinden jeweils einen Kern mit dem anderen. Ausgehend vom Nucleus paraabducentis, welcher wie ein Zentrum für die Steuerung des Seitenblickes wirkt, ziehen Fasern zum ipsilateralen Nucleus abducens und zu den kontralateralen Okulomotoriskernen. Diese Verbindungen werden ebenfalls über das mediale Längsbündel aufrechterhalten. Ausserdem erreichen kortikonucleäre, vorwiegend gekreuzte Fasern vom Lobus frontalis, die für die willkürlichen Augenbewegungen zuständig sind, die Kerne. Gabersek (21) fand in seiner Studie heraus, dass eine Anomalität der okulären Bewegungen somit ebenfalls eine RE auslösen kann. Diese Anomalität kann auf das Vestibulärsystem rückwirken und zu intensiven Schwindelanfällen führen.

3. funktionelle Anatomie des Nystagmus (39)

Der Nystagmus ist ein neurophysiologisches Phänomen, welches für sein Zustandekommen der Aktivität zahlreicher Neuronensysteme bedarf und physiologischerweise durch die Reizung der Sinneszellen im Vestibularapparat ausgelöst werden kann. Seine langsame Phase hängt von der Erregung der vestibulären Neurone ab, sie wird unterbrochen von der schnellen Phase. Andere mesencephale Neurone, welche mit den Vestibulariskernen verknüpft sind, verfügen über eine wesentlich höhere Erregbarkeitsschwelle. Wenn mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung dieser Schwellenwert erreicht ist, löst die Erregung dieser Neurone die Aktivität okulärer Motoneurone aus, welche die Antagonisten der im Gange befindlichen langsamen Augenabweichung versorgen. Gleichzeitig bewirken diese in der Formatio reticularis gelegenen Schaltneurone eine retrograde Inhibition auf die Zellen der Vestibulariskerne. Dadurch bricht der afferente Informationsstrom von den vestibulären Neuronen zu den okulomotorischen Neuronen ab. Die Unterbrechung des vestibulo-okulomotorischen Informationsstromes bewirkt ihrerseits eine Aktivitätshemmung der intercalaren reticulären Neurone. Die Blockierung der vestibulären Neurone hört auf und eine neue tonische Augenabweichung bzw. langsame Phase beginnt, die wiederum von einer schnellen Phase gefolgt ist. Damit entsteht der Nystagmusrhythmus.

Der Spontanystagmus gibt die Basisaktivität des oben beschriebenen Nystagmusgenerators wieder und wird in Kalorisationslage und im Dunkeln elektronystagmographisch aufgezeichnet.

RE als zentrale oder periphere Störung ?

Bis vor einigen Jahren galt die RE als Symptom einer zentralen Vestibularisstörung. Heute wissen wir, dass sie ebenso bei einer labyrinthären als auch bei einer retrolabyrinthären Erkrankung vorkommen kann (35, 33, 31, 21, 19, 7) und auch beim Gesunden gefunden wird (31, 26). Hommura (19) und Mitarbeiter fanden heraus, dass beim Gesunden ein diskretes Überwiegen des Vestibularsystems nach rechts beobachtet wird, dies wird bestärkt durch die Tatsache, dass die RE nach rechts viel häufiger vorkommt als nach links (70% versus 30%). Dieses Ergebnis konnte in der vorliegenden Studie bestätigt werden; von den 150

Untersuchten litten 36% an Links- und 64% an Rechtseenthemmung. Fitzgerald und Hallpike beschrieben das Vorhandensein von RE in Richtung auf die betroffene Hemisphäre bei Patienten mit Temporallappentumoren in der Part posterior. Sie fanden keine RE bei Patienten mit woanders lokalisierten Tumoren. Dieser Bericht weckte ein grosses Interesse für den corticalen vestibulären Mechanismus mit dem Gedanken, den kalorischen Test als Werkzeug für Tumorlokalisation zu gebrauchen. Die nachfolgenden Ergebnisse wurden jedoch kontrovers diskutiert und man fand RE bei Läsionen im Frontal-, Parietal- und Temporallappen sowie gelegentlich auch in die entgegengesetzte Richtung, so dass die RE nicht mehr als lokalisierend galt (29, 34, 33). Nur wenn zusätzlich zur RE eine gleichseitige EEG-Veränderung vorhanden ist, konnte die RE als ein Hinweis für diesseitige Hirnschädigung sein, (34) wenn andere klinische Zeichen fehlten. Auch spielt die Art der Läsion keine besondere Rolle und kann sowohl bei Patienten mit Malignomen, benignen Tumoren, Atrophien oder vasculären Läsionen beobachtet werden (33).

Kazmierczak (7) betonte in seiner Studie, dass die RE keinerlei Hinweise auf die Ätiologie gibt und bei zentralen Störungen kein besonders häufiges Symptom zu sein scheint. Nur in 40% seiner Patienten mit zentralnervösen Störungen fand sich eine RE. Die RE kam mit ähnlicher Häufigkeit symmetrisch vor oder in Kombination mit unilateraler Reaktionsabschwächung – ein Ergebnis, welches für den modifizierenden Charakter der Hirnzentren auf die vestibuläre Peripherie sprechen würde.

Mangelnde Kenntnisse über die genaue Lokalisation und Verläufe des Vestibularsystems oberhalb des Hirnstamms sind für die existierende Verwirrung verantwortlich (27). Es ist nicht bekannt ob ipsilaterale, kontralaterale oder bilaterale Projektionen der Neurone existieren; ebenso wenig ob deszendierende vestibuläre Bahnen existieren und wie sie verlaufen. Ward und Fernandez (28) konnten in ihrer Studie mit Katzen bestätigen, dass Hemidecortication und Temporallappendecortication zu einer RE in Richtung auf die betroffene Seite hin führen. Bei Tumorimplantation in den linken Temporallappen zeigte sich jedoch eine grosse Variabilität in den Ergebnissen. Die RE kam vor in Richtung auf die Tumorseite, in die Gegenseite oder fehlte. Die Variabilität der Ergebnisse wurde auf die Grösse, Lokalisation und Druck, welcher vom Tumor auf den Kortex und die absteigenden vestibuloocculären Bahnen ausgeübt wird, zurückgeführt.

Jongkees' Formel

Im Jahre 1964 schlugen Jongkees und Philipson (36) eine Formel vor, mit welcher sich die „einseitige Schwäche“ und RE berechnen lässt; dieser Formel liegen die Geschwindigkeitsspitzen der langsamen Nystagmusphase des kalorischen Tests zugrunde.

$$\frac{(RW+LC)-(LW+RC)}{RW + LC + LW + RC} \times 100\% = \text{Richtungseenthemmung (soll kleiner 30\% sein)}$$

RW= peak response to a warm irrigation of the right ear
 LC= peak response to a cool irrigation of the left ear
 LW= peak response to a warm irrigation of the left ear
 RC= peak response to a cool irrigation of the right ear

Die Formel erlaubt einen Vergleich der beiden Nystagmusrichtungen ohne Rücksicht auf mögliche einseitige Schwäche.

Für die einseitige Schwäche lautet die Formel:

$$\frac{(RW+RC)-(LW+LC)}{RW + LC + LW + RC} \times 100\% = \text{unilateral weakness (<25\%)}$$

Diese Formel erlaubt einen Vergleich der relativen Antwortstärken der beiden Vestibularorgane ohne die absolute Antwortstärke oder RE zu berücksichtigen.

Die Formel geriet im Lauf der Jahre zunehmend in Kontroverse und bezüglich der Anwendung dieser Formel (37) argumentierten die Gegner, dass sie keine Auswirkung auf die Behandlung des Patienten habe und keine zusätzlichen notwendigen Informationen liefere. Furman (5) konnte in seiner Studie zeigen, dass die Stimulationsreihenfolge eine klinisch bedeutende Rolle spielt. Bei Versuchsbeginn mit der linken Seite resultierte die Tendenz, eine rechtsseitige Hypofunktion zu diagnostizieren und umgekehrt. Er schlug somit vor, die Formel dementsprechend zu korrigieren. Es muss ausserdem berücksichtigt werden, (38) dass SN, einseitige Schwäche und RE auch gleichzeitig vorhanden sein können und somit muss vor Berechnung zunächst der SN rechnerisch eliminiert werden.

Unilaterale periphere vestibuläre Schwäche

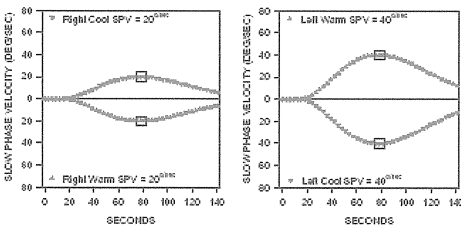


Abb. 8

Die Abbildung (8) stellt die unilaterale vestibuläre Schwäche in kalorischer Testung dar. Das erste Ziel der kalorischen Testung sei es, so eine Schwäche zu diagnostizieren und

auszuschließen. Man spricht von einer einseitigen Schwäche, wenn die Reaktionen des einen Vestibularorgans bedeutend schwächer sind als die Reaktionen der anderen Seite. So ein Ergebnis ist richtungsweisend (38) und weist auf die Seite der Läsion hin. (horizontaler Bogengang oder seine Afferenzen). Eine Kombination aus SN und einseitiger Schwäche ist charakteristisch bei plötzlicher und frischer einseitiger Vestibularläsion. Im Lauf der Zeit nimmt der SN, bedingt durch Kompensation ab, wobei die einseitige Schwäche bestehen bleiben kann. Bei Patienten mit unilateraler Schwäche kann es, ohne dass SN oder RE besteht, zur kontralateralen Hyperaktivität kommen. Huygen und Nicolassen (6) bezogen sich auf schon bestehende Erklärungsmodelle und lokalisierten den Entstehungsort der Hyperaktivität in den Vestibularkernen und ihren gegenseitigen Verbindungen. Eine kalorische Stimulation kann somit bei schon bestehenden Kompensationsmechanismen der unilateralen Läsion zu asymmetrischen Veränderungen der Kommissurenimpulse führen und eine Hyperaktivität auf der kontralateralen Seite zur Folge haben.

Alfred C. Coats (24) untersuchte in seiner Studie den Zusammenhang zwischen unilateraler Schwäche und RE als „combined lesions“ und stellte fest, dass die RE die Tendenz zeigt, in Richtung auf die gesunde Seite zu schlagen. Ebenfalls besteht eine Korrelation zwischen der Höhe der RE und steigender Ernsthaftigkeit der unilateralen Schwäche. Die RE fällt bei Patienten mit kurzer Anamnese gravierender aus als bei Patienten mit längerer Krankheitsgeschichte. Die Richtung der RE scheint bei Patienten mit langer Anamnese keine besondere Bedeutung zu haben, während sie bei Patienten mit kurzer Anamnese und starker RE weg von der Läsionsseite gerichtet sein sollte.

Richtungsenthemmung und Spontannystagmus

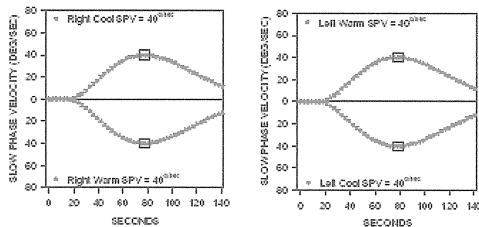


Abb 9: normale kalorische Antwort

Abbildung 9 zeigt ein Beispiel (38) für eine normale Reaktion auf kalorische Nystagmusprüfung. Die beiden Reaktionen des rechten Ohres sind auf der linken Darstellung aufgezeichnet und die Reaktionen des linken Ohres auf der rechten. Die y-Achse zeigt die Geschwindigkeit der langsamen Phase des Augapfels. Werte > 0 zeigen rechtsgerichtete, während Werte < 0 linksgerichtete Geschwindigkeiten zeigen. Die x-Achse steht für die Zeit nach der kalorischen Stimulation. Die Intensität aller vier Reaktionen ist ungefähr gleich stark.

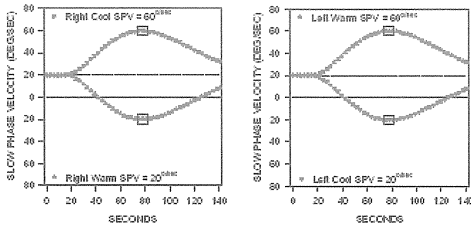
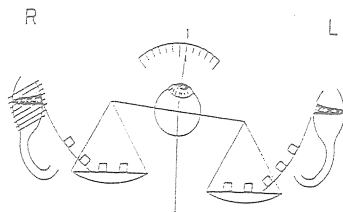
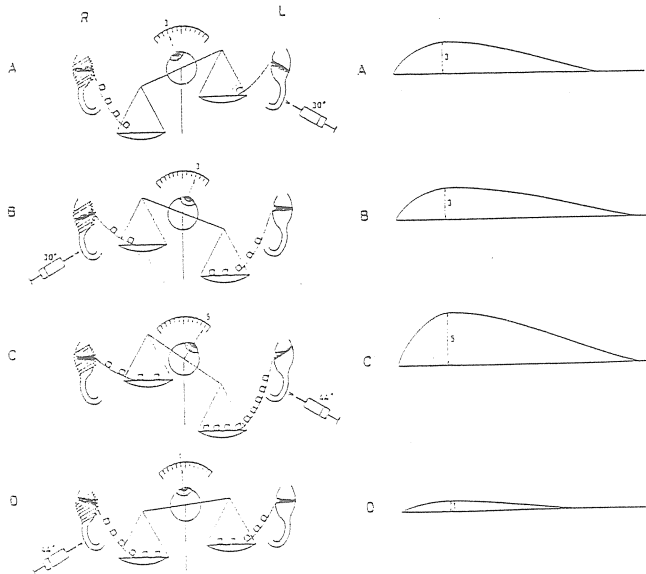


Abb 10

Die Abbildung 10 zeigt einen Zusammenhang zwischen Richtungsenthemmung und Spontan-nystagmus. Es ist deutlich, dass die Reaktionsstärken zwar gleich sind, die Ausgangsnulldlinie ist jedoch bereits vor der Reizung in die dominierende Richtung verschoben, dh. der Patient leidet an erhöhten Spontan-nystagmuswerten. Dieser Zusammenhang wurde von vielen Autoren bestätigt (19). Eine RE in Gegenwart von SN ist auf eine akute unilaterale Unterbrechung bzw. Verminderung der afferenten Impulse zurückzuführen (30, 23) wobei es sich sowohl um eine zentrale als auch eine periphere Störung handeln kann. Die Abbildung 11 veranschaulicht das Zustandekommen von SN bei einer Läsion des rechten Vestibularorgans. In dieser Abbildung sind die Vestibularkerne mit Hilfe von Waageschalen dargestellt, die Gewichte stehen für Aktionspotentiale und die Waage selbst repräsentiert das gesamte vestibuläre System. Im Falle einer Läsion des hier gezeigten rechten Vestibularorgans kommt es natürlich zu einer Minderung seiner Aktionspotentiale. Die verminderte Impulsankunft im rechten Vestibularkern führt zum SN zur Gegenseite. Im Falle einer kalorischen Testung sind die Aktionspotentiale stärker durch die Stimulation des gesunden Vestibularorgans beeinflusst. Stimulation der gesunden Seite mit kaltem Wasser (A) führt nur zu einer moderaten Reaktion nach links, weil ja die Ruheintensität der kranken Seite bereits herabgesetzt ist. Die Stimulation der kranken Seite mit kaltem Wasser führt wiederum zu einer nur moderaten Reaktion zur Gegenseite, da ja die Impulsrate durch den Reiz nur geringfügig abnimmt. Die Warmwasserreaktion der gesunden linken Seite führt jedoch zur erwarteten vollen Aktivitätszunahme. Dieser Effekt wird noch zusätzlich durch den relativen Impulsmangel der kranken Seite verstärkt. Die Warmwasserreaktion der kranken Seite führt durch die unternormale Aktivitätszunahme zu einer Aktivität, die gerade über der Ruheaktivität der gesunden Seite liegt. Die asymmetrische Ruheaktivität der medialen Vestibularkerne ist also für den SN in Richtung auf die gesunde Seite hin verantwortlich. So eine Asymmetrie (2) konnte bei Katzen, Meerschweinchen und



Directional Preponderance and Spontaneous Nystagmus



Ratten bewiesen werden. Wenn diese Asymmetrie in den nachfolgenden Tagen an Intensität abnimmt, so auch der SN.

Alfred C. Coats, M.D. et al. (23) untersuchten in ihrer Studie den Zusammenhang zwischen RE und SN und konnten eine deutliche Korrelation feststellen ($r=0,837$). Auch wenn der SN in die gleiche Richtung wie die RE gerichtet ist, ist jedoch seine Höhe nicht für die Höhe der RE verantwortlich. In den meisten Fällen addiert sich der SN nicht zu den Werten der kalorischen Tests; es ergeben sich etwas niedrigere Werte für die RE als man sie beim blossen Addieren vermuten würde. Dieses Ergebnis wurde auf die zentrale Unterdrückung, die während der kalorischen Antwort zum Tragen kommt, zurückgeführt. In solchen Fällen ist der SN ein sensitiverer Indikator für ein vestibuläres Ungleichgewicht als die RE. Der Zusammenhang zwischen SN und RE konnte auch in der vorliegenden Arbeit nachgewiesen werden. Auch hier zeigten Patienten mit höheren SN-Schlagraten höhere Werte im kalorischen Test. (siehe Tabelle 4) und die RE war in die gleiche Richtung wie der SN gerichtet.

Coats untersuchte auch Patienten mit Lagerungsnystagmus; diese Patienten hatten keinen SN in der Kalorisationslage, dafür aber in anderen Körperlagen. Bei diesen Untersuchten bewirkte der SN höhere Werte nach dem kalorischen Reiz als man durch blosse Addition annehmen würde – ein Ergebnis welches auf zentrale Stimulation zurückgeführt wurde. In solchen Fällen stellt die RE einen sensitiveren Indikator für ein vestibuläres Ungleichgewicht dar als der SN.

Koch, Henriksson, Lundgren (1959) machten die Beobachtung, dass SN und DP unterschiedliche Stadien des gleichen Ungleichgewichts sind (30) und sowohl durch zentrale als auch periphere Läsionen hervorgerufen werden können. Je nach Schweregrad der Schädigung erscheint zuerst der SN in Dunkelheit, dann auch RE in Dunkelheit, RE in Licht und endlich auch SN bei Licht. In seiner Studie wurden 227 Patienten kalorisch und rotatorisch untersucht. Auch wenn der SN nur minimal vorhanden ist, ist die RE ein Ausdruck für die Tendenz zum SN. In so einem Fall handelt es sich oft um eine unilaterale periphere vestibuläre Schwäche. Die beste Methode um diese herauszufinden, stellt die kalorische Testung dar. Trotzdem gibt es Fälle mit RE ohne SN und mit SN ohne RE. So beschrieb Hommura (19) dass SN und RE zwar statistisch nicht unabhängig voneinander sind, aber trotzdem nicht unbedingt kausal zusammenhängen. Es sind zwei verschiedene Manifestationsweisen einer funktionellen Veränderung.

McClure (14) konnte klinisch nachweisen, dass sich die vestibuläre Asymmetrie in drei Stadien äussert (akutes, chronisches und Erholungsstadium). Im akuten Stadium kommt es, wie oben beschrieben, zu SN zur gesunden Seite. Im Lauf der Zeit verschwinden, bedingt durch Adaptationsvorgänge, die klinischen Symptome, wobei es hier zu Richtungsänderung oder Minimierung des SN kommen kann. Im Erholungsstadium wurde bei Patienten mit M.Meniere oder akuter viraler Labyrinthitis eine SN-Richtungsumkehr beobachtet. Die Richtungsänderung beruht auf der Tatsache, dass es nach einer Adaptation zur pathologischen Asymmetrie, zum Wiedererlangen der normalen Impulsrate kommt. Durch die Anpassungsvorgänge interpretiert jedoch das ZNS die Rückkehr zur Normalität als einen Stimulus in die Gegenrichtung. Decher (31) konnte in seiner Studie ein Überwiegen des experimentellen Nystagmus zur Seite des normalen oder deutlich besseren Hörvermögens zeigen. Er begründete diesen Zusammenhang als „Ausfallnystagmus“ zur gesunden Seite infolge einseitigen Labyrinthenschadens. Dieses Ergebnis konnte in der hier vorliegenden Studie nicht bestätigt werden (Diagramm 48), wobei es aufgrund der Dauer der Krankheitsanamnese bereits zur Richtungsänderung gekommen sein könnte. McClure konnte auch einen Zusammenhang zwischen SN und Lagerungsnystagmus (rotatorische Tests)

nachweisen. Bei Drehrichtung auf die Seite des SN verhält sich der SN additiv zum Lagerungsnystagmus und subtraktiv bei Drehung nach kontralateral. Erst wenn der rotatorische Reiz einen höheren induzierten Nystagmus als die SN-Intensität bewirkt, kann es zur Dominanz in die Gegenrichtung kommen. Er folgerte daraus, dass das richtungsfeste bzw. richtungsändernde Merkmal eines persistierenden Lagerungsnystagmus streng von der Höhe des rotatorischen Reizes abhängt, so dass beides möglich ist.

Kazmierczak (8,9) untersuchte Patienten mit Neuritis n. vestibularis und stellte fest, dass in den Anfangsstadien der Erkrankung die RE mit SN und Lagerungsnystagmus koexistierten. Im Lauf der Zeit verschwanden jedoch SN und Lagerungsnystagmus, so dass die Entstehung von RE in manchen Fällen unabhängig von den Entstehungspathomechanismen von SN und Lagerungsnystagmus zu sein scheint.

Richtungsenthemmung ohne Spontannystagmus

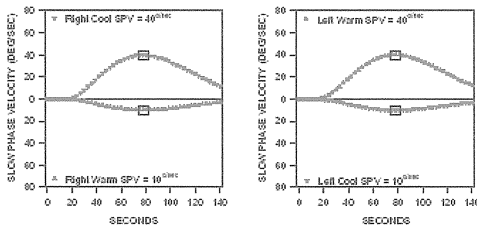


Abb. 12

Die Abbildung 12 zeigt ein Beispiel für eine Richtungsenthemmung ohne Spontannystagmus. Die Reaktionen mit nach links gerichteten langsamen Nystagmusphasen sind deutlich schwächer als Reaktionen mit nach rechts gerichteten langsamen Phasen. Isolierte induzierte Richtungsenthemmung ist extrem selten und man glaubte viele Jahre, dass sie gar nicht existiert (36).

Halmagyi und Mitarbeiter konnten jedoch im Jahre 2000 dieses Phänomen bei kalorischer Testung von 15542 Patienten bei 114 nachweisen. Als Definition für isolierte Richtungsenthemmung wurden folgende Kriterien gewählt:

- Richtungsenthemmung von über 40% in der Jongkees Formel
- SN in Dunkelheit $<2^\circ/s$
- Einseitige periphere Schwäche $<25\%$

Sie fanden heraus, dass eine isolierte RE im Allgemeinen eine vorübergehende benigne Dysfunktion der vestibulären Funktion sei; die Hälfte der Untersuchten litt entweder an benignen paroxysmalen Lagerungsschwindel oder an Morbus Meniere, wobei die RE sowohl in Richtung auf die gesunde als auch auf die betroffene Seite schlagen kann. Nur in seltenen Fällen kann die RE durch ZNS-Läsion hervorgerufen werden; Bei der zweiten Hälfte der

untersuchten Patienten konnte keine definitive Diagnose gestellt werden, so dass es möglich ist, dass eine isolierte RE auch bei Gesunden vorkommen kann.

Um das Phänomen der isolierten RE genauer zu erklären, konstruierten sie eine auf den neuroanatomischen und neurophysiologischen Kenntnissen basierte realistische Netzwerkstimulation des lateral ausgelösten Vestibulo-okulären Reflexes (VOR) und konnten feststellen, dass eine isolierte RE durch eine Modulation der Aktivität der medialen Vestibularkerne während der Reaktion auf die kalorische oder rotatorische Stimulation hervorgerufen werden kann (dynamische Asymmetrie). Unter statischer Asymmetrie versteht man in diesem Zusammenhang eine Asymmetrie zwischen Typ 1 Neuronen der linken und rechten Seite in Ruhe, wobei daraus ein Spontannystagmus resultiert. Wenn jedoch die Asymmetrie nur bei Stimulation entsteht (kalorische oder rotatorische Testung) dann spricht man von dynamischer Asymmetrie. In so einem Fall kommt es nun bei Reaktion auf kalorische oder rotatorische Stimuli zu isolierter RE ohne SN. So handelt es sich bei einer nach links gerichteten isolierten RE, wenn also die höhere Langsame-Phase-Geschwindigkeit der Augenbewegung zur rechten Seite gerichtet ist., um eine erhöhte dynamische Sensitivität der 1A Neurone im linken medialen Vestibularkern (MVK) oder um eine reduzierte dynamische Sensitivität der 1A Neurone des rechten MVK.

Die Abbildung 13 zeigt die Struktur des zugrunde liegenden neuronalen Netzwerkes, welches den Verlauf des horizontal ausgelösten VOR darstellt:

- Afferenzen des lateralen Bogengangs
- Exzitatorische Typ 1a-Nervenzellen des medialen Vestibularkerns (MVK)
- Inhibitorische Typ 1b-Nervenzellen des MVK
- Inhibitorische Typ 2-Nervenzellen des MVK
- Motoneurone des Abduzenskerns (abm)
- Nucleus paraabducentis (abi)

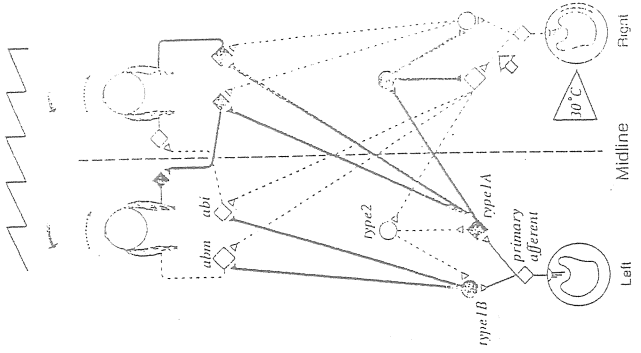
Folgende Verbindungen zwischen den einzelnen Einheiten sind dargestellt:

- Afferenzen des lat. Bogengangs zu Typ 1a und Typ 1b Neuronen des MVK
- Inhibitorische Bahnen von Typ 2 zu ipsilateralen Typ 1-Neuronen des MVK
- Exzitatorische Bahnen von Typ 1a zu kontralateralen Typ 2-Neuronen
- Exzitatorische Bahnen von Typ 1a zu kontralateralen Abduzensmotoneuronen und Nuclei paraabducenti
- Inhibitorische Bahnen von Typ 1a zu ipsilateralen abm und abi
- Exzitatorische Bahnen des Nucleus paraabducentis zum kontralateralen Okulomotoriuskern (mediale Rektusmotoneurone)

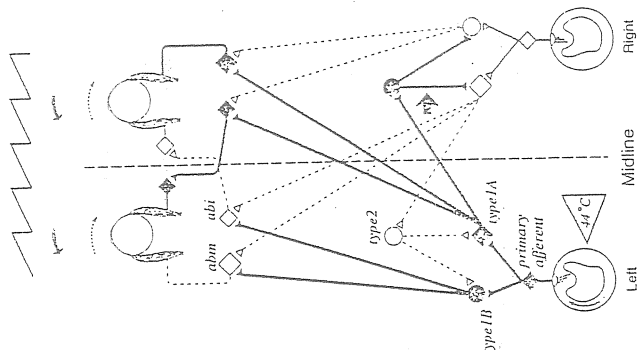
Die Abbildung und die Verbindungen untereinander zeigen, dass nur eine Aktivitätsänderung der 1a-Neurone der einen Seite, welche exzitatorische Verbindungen zu kontralateralen Abduzenskernen haben, oder eine Aktivitätsänderung der Typ 2-Neurone der Gegenseite mit ihren inhibitorischen Verbindungen zu Typ 1-Neuronen derselben Seite, eine isolierte RE hervorrufen kann. Die Änderung der Typ 2-Neuron-Aktivität bewirkt jedoch niedrigere RE als die Änderung der Typ 1a-Neuron-Aktivität. Die 1b-Neurone scheinen die Aufgabe zu haben, mit ihren ipsilateralen inhibitorischen Bahnen zu den Abduzenskernen für die Feinabstimmung der Augenbewegungen verantwortlich zu sein.

Cartwright, Halmagyi (1,2) fanden ausserdem heraus, dass eine rotatorische Stimulation bei veränderter oben beschriebener Aktivität der entsprechenden Neurone niedrigere RE-

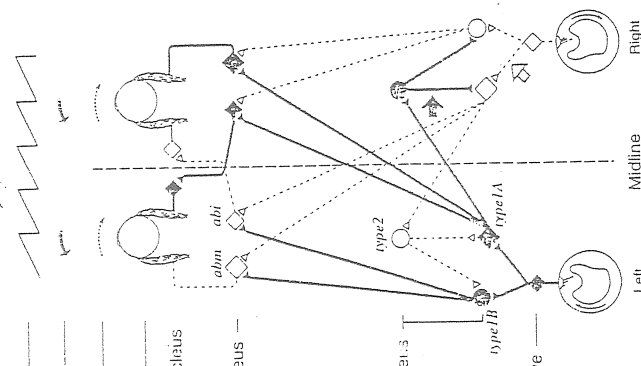
C. Right cold caloric stimulation
(Nystagmus to left)



B. Left warm caloric stimulation
(Nystagmus to left)



A. Head rotation left



- Nystagmus ———
- Quick phases ———
- Slow phases ———
- Eye muscles ———
- Oculomotor nucleus ———
- MLF ———
- Abducens nucleus ———

- Vestibular nuclei
- Vestibular nerve
- Lateral semicircular canal

abm = abducens motoneuron
abi = abducens internuclear neuron
type 2 = MVN type 2 neuron (inhibitory)
type 1A = MVN type 1 neuron (excitatory)
type 1B = MVN type 1 neuron (inhibitory)

	Increased activity	At rest	Decreased activity
Excitatory neuron			
Inhibitory neuron			

Werte ergibt als die bei kalorischer Stimulation. Der Grund dafür scheint in der Tatsache zu liegen, dass die rotatorische Stimulation einen bilateralen Reiz darstellt und somit an beiden Vestibularorganen angreift. Dieser Sachverhalt wird ebenfalls in der Abbildung 13 dargestellt. Diese Beobachtung konnte auch in dieser Studie gemacht werden: Die Nystagmusschlagraten des rotatorischen Tests lagen für beide Nystagmusrichtungen im Durchschnitt ca 10 Nystagmusschläge unter den Werten der kalorischen Prüfung (Tab. 4/5).

Während eines kalorischen Reizes werden die 1a-Neurone nur einseitig direkt moduliert; während eines rotatorischen Reizes hingegen erfolgt die Modulation beidseitig. So kommt es bei einer nach links gerichteten Rotation zu einer Aktivitätsabnahme der rechten 1a-Neurone durch Inhibition durch rechte Typ 2-Neurone sowie durch Impulsabnahme aus dem rechten Vestibularorgan. Bei kalorischer Stimulation des linken Vestibularorgans mit warmem Wasser hingegen kommt es zu einer Aktivitätsabnahme der rechten 1a-Neurone allein durch die Inhibition durch die ipsilateralen Typ-2-Neurone. Die Stimulation des rechten Vestibularapparates mit kaltem Wasser führt zu herabgesetzter Aktivität der 1a-Neurone des rechten MVK, die durch die direkte Impulsminderung aus dem rechten Vestibularorgan bedingt ist.

Richtungsenthemmung des optokinetischen Nystagmus

Der optokinetische Nystagmus (OKN) stellt eine wichtige Funktion des okulomotorischen Systems dar; seine Hauptaufgabe besteht darin, sich bewegende Objekte adäquat zu erkennen.⁽¹³⁾ Die langsame Phase erfolgt in Richtung auf den sich bewegenden Gegenstand, während die schnelle Komponente in die Gegenrichtung auftritt. Somit hat der OKN einen enormen Einfluss auf das Bewusstsein und auf die Aufmerksamkeit. Klinisch macht sich eine bedeutende Störung des okulomotorischen Systems durch Verschlechterung oder Asymmetrie des OKN bemerkbar und kann somit diagnostisch genutzt werden.

1. Bei Patienten mit peripherer Dysfunktion des vestibulären Systems ist der OKN gemäss der Richtung des SN gefördert; (also auf der Seite der Läsion gehemmt und auf der nicht betroffenen Seite gebahnt.
2. Wenn entweder das Kleinhirn oder der Hirnstamm betroffen sind, so ist auch die Anpassung und Fusion des OKN auf der lädierten Seite gehemmt
3. Bei Patienten mit kongenitalem Nystagmus wird weder eine Reaktion noch eine Inversion des OKN beobachtet.
4. Wenn die Hirnrinde oder die subkortikale Region betroffen sind, so ist die langsame Phase in Richtung auf die Läsion erschwert.

Die Kerne der Hirnnerven befinden sich im Hirnstamm und sind für die Augenbewegungen sehr wichtig, genauso wie die Formatio reticularis. Das Innenohr und das Kleinhirn stellen wichtige Zentren für den VOR dar und sorgen für feinabgestimmte Augenbewegungen. In der Studie von SAKATA (13) wurden 30 Patienten mit unilateraler Läsion einer Hemisphäre untersucht, und es konnte bestätigt werden, dass die RE des OKN bei Patienten mit unilateraler supratentorieller Läsion in Richtung auf die betroffene Seite hin gerichtet ist und

die Folge eines gestörten Impulsflusses zur gesunden Seite darstellt. Darüberhinaus kommt es zu einer Hemmung des OKN zur gesunden Seite hin. Kazmierczak (9) untersuchte Patienten mit SHT ; die RE stellte bei diesen Patienten ein häufiges Symptom dar und untersuchte den Zusammenhang der RE mit OKN und SN. Er konnte keinen signifikanten Zusammenhang in der Koexistenz zwischen RE und anderen vestibulookulären oder optokinetischen Reaktionen feststellen. So folgerte er, dass kein gemeinsamer Entstehungspathomechanismus zwischen der RE und den anderen Parametern besteht. In der vorliegenden Studie konnte kein Zusammenhang zwischen OKN und der Höhe des SN festgestellt werden. Ebenso wenig mit Perrotatorius und Richtung der Enthemmung (tab. 6,10,17).

Andere Einflüsse auf die RE

Matsunaga (12) studierte den funktionellen Zusammenhang zwischen Vertigo und vegetativer Dysfunktion und konnte an Kaninchenversuchen zeigen, dass es nur bei einer Kombination aus vegetativen (RR-Veränderungen, Hypothalamusstimulation) und lokalen Faktoren (Stimulation des Ganglion cervicale superior, cervikale Sympathektomie, A.vertebralis-Stenose) zu einer RE kommen kann. Alleine konnten weder nur lokale oder nur vegetative Veränderungen nicht zur vestibulärer Dysfunktion führen. Die Richtung der RE war auf die gesunde Seite hin gerichtet. Der Pathomechanismus, welcher für das Vorkommen von RE bei Tieren mit verengter Vertebralarterie, Sympathektomie oder Stimulation des oberen sympathischen Ganglions verantwortlich ist, kann durch die veränderte Blutströmung im Hirnstamm und Innenohr erklärt werden. Wenn der Blutdruck bestimmte Werte weder über- noch unterschreitet, dann wird mit Hilfe eines Autoregulationsmechanismus ein konstanter Blutfluss im Innenohr und Gehirn aufrechterhalten. Eine übermäßige Blutdruckveränderung kann die Autoregulation erschweren und somit zu einem veränderten Blutfluss führen. Es sind also Blutdruckveränderungen notwendig, um bei lokalen Läsionen zu einer Manifestation einer vestibulären Dysfunktion beizutragen.

Lockemann (4) untersuchte das qualitative und quantitative Ausmass der alkoholinduzierten Befundänderungen bei unterschiedlichen Blutalkoholwerten und stellte fest, dass bereits geringe Alkoholmengen pathologische Vestibularbefunde imitieren können, die Fehlbeugutachtungen oder Fehldiagnosen bis hin zu Fehlindikationen von Behandlungskonzepten zur Folge haben können. Der VOR bei frequenzabhängiger Drehpendelprüfung wies unter Alkoholeinfluss nahezu keine Intensitäts-Unterschiede auf, deutlich wurde ein mit steigender Alkoholisierung statistisch signifikant zunehmendes Linksüberwiegen. Die Fähigkeit zur Fixationssuppression durch visuell-vestibuläre Interaktion war eingeschränkt. Der OKN bot seitendifferente Gain-Abnahmen.

Bei der Diagnose „unilaterale Schwäche“ ist Vorsicht geboten (16), denn es können sich zahlreiche Fehler einschleichen und zur Fehldiagnose führen. Mögliche Fehlerquellen sind: technische Fehler, Einfluss von RE, einseitige Hyperaktivität und pseudokalorischer Nystagmus, welcher durch den Kältereiz induziert wird bei fehlender Vestibularfunktion. Zur Vermeidung sollte der Untersucher vor der Testung den Patienten otologisch untersuchen lassen, um Zerumen und Trommelfellperforationen auszuschliessen. Reaktionen, die sich abweichend zu den anderen verhalten, sollten evtl. wiederholt werden. Bithermale Testung ist der monothermale vorzuziehen, die absolute Geschwindigkeit der langsamen Phase soll betrachtet werden um eine eventuelle einseitige Hyperaktivität auszuschliessen. Ausserdem ist es notwendig zu überprüfen, ob die Kupula in beide Richtungen empfindlich ist, um einen pseudokalorischen Nystagmus auszuschliessen.

IV. Zusammenfassung

Während des Zeitraumes von 1990 bis 2003 wurden die Patientenakten von 148 Patienten in der Abteilung für Neurootologie an der Universitäts-Hals-Nasen-Ohrenklinik Würzburg ausgewertet. Anhand dieser Daten wurde versucht, mögliche Zusammenhänge von Richtungsenthemmung mit den verschiedenen von den Patienten beschriebenen Symptomen und gemessenen Befunden aufzuzeigen. Es wurden 36% mit einer Links- und 64% mit einer Rechtsenthemmung in die Studie aufgenommen; die Werte des kalorisch induzierten Nystagmus für die Gegenseite lagen im Normalbereich. Das mittlere Alter betrug 48.5 Jahre, wobei im Gesamtkollektiv 75 weibliche und 73 männliche Patienten vertreten waren.

Im Geschlechtervergleich wurde deutlich, dass mehr Frauen (74,7%) als Männer (58,7%) an Vertigosymptomen litten, wobei der Schwankschwindel an erster Stelle stand. Auch beim Vorhandensein von vegetativen Symptomen waren die Frauen in der Überzahl, wobei hier die Übelkeit an erster Stelle stand. Bei den Kreislaufstörungen überwiegt bei den Frauen der Hypotonus, bei den Männern der Hypertonus.

Die Betrachtung des Kollektivs mit und ohne Schwindelsymptomatik zeigte, dass das Vorhandensein von Schwindel eng mit vegetativen Symptomen vergesellschaftet ist - 54% der Patienten mit Schwindel gaben zusätzlich vegetative Symptome an. Unter den verschiedenen Schwindelarten sind es am häufigsten Patienten mit Drehgefühl, die vegetative Symptome angaben, dann Patienten mit Unsicherheit und Schwankschwindel. Vertigopatienten leiden im Gegensatz zu Patienten ohne Schwindel häufiger an Hypertonie (22,7%). Beim VRRSV des Rechtsnystagmus bei beiden Kollektiven überwiegt das Parallelverhalten, beim Linksnystagmus das Decruitment.

Genauere Betrachtung des Kollektivs mit und ohne vegetative Symptome zeigte, dass 96,4% der Patienten mit vegetativen Symptomen an Schwindel litten; das Kollektiv ohne vegetative Beschwerden gab diese Beschwerden deutlich seltener an (50%). Die häufigsten vegetativen Beschwerden sind Übelkeit, Erbrechen und Schweissausbruch. Drehschwindel wird mit über 60% am häufigsten von allen Schwindelarten angegeben, gefolgt von Unsicherheit und Schwankschwindel. Das Kollektiv mit vegetativen Symptomen litt genauso häufig an Hyper- als auch an Hypotonie, während das vegetativ nicht betroffene Kollektiv häufiger Hypertonie angab. Übelkeit und Erbrechen wurden öfter zusammen mit Hypertonie angegeben, während Schweissausbruch häufiger mit Hypotonie vorkam. Beim VRRSV zeigten Patienten mit und ohne vegetative Symptome gleiche Verhaltensweisen – beim Rechtsnystagmus überwog das Parallelverhalten, während beim Linksnystagmus das Decruitmentverhalten überwog. Beim Kollektiv mit Tinnitus überwog im VRRSV unabhängig von der Seitenlokalisation beim Rechtsnystagmus das Parallelverhalten, beim Linksnystagmus das Decruitment. Die kalorischen Tests bei den Tinnituspatienten zeigten, dass unabhängig von der Lokalisation des Tinnitus die höchsten Nystagmusschlagraten für den Rechtsnystagmus registriert wurden. Ansonsten ergaben sich keine wesentlichen Unterschiede, nur Patienten mit Tinnitus rechts wiesen einen mit 32,3 erhöhten OKAN (links) auf.

Bei der Betrachtung der Patienten mit und ohne Hörminderung wurde deutlich, dass mit 55,3% der Patienten mit Hörminderung seltener an Vertigo litten als Patienten ohne Hörminderung (82,5%). Diese Patientengruppe war auch häufiger von vegetativen Symptomen betroffen (41,3%). Übelkeit, Schweissausbruch und Kollaps werden häufiger bei Normalhörenden beobachtet, während Würgen und Erbrechen häufiger bei Patienten mit

Hörminderung genannt werden. Es fand sich ein Zusammenhang zwischen Hörminderung und Tinnitus – 82,4% der Untersuchten mit Hörminderung litten zusätzlich an Tinnitus, wobei auch die Seiten der Symptome übereinstimmten. Beim VRRSV des Rechtsnystagmus überwog bei beiden Gruppen das Parallelverhalten, beim Linksnystagmus das Decruitment.

Die Beobachtung der Hyper – und Hypotoniker ergibt, dass insgesamt mehr Hypertoniker (75.9%) als Hypotoniker (61.5%) an Vertigo leiden. Bei genauer Differenzierung überwiegen Hypertoniker beim Schwankschwindel, Drehschwindel, Unsicherheit und Black out nur bei der Fallneigung ist der Anteil zwischen den beiden Gruppen mit ca 3.5% relativ ausgeglichen. Vegetative Symptome werden dagegen mit 42.3% häufiger bei den Hypotonikern beobachtet (vor allem Schweißneigung, Kollaps, Würgen). Beim Symptom der Hörminderung zeigen beide Patientengruppen keine wesentlichen Unterschiede in der Verteilung; Tinnitus kommt dagegen mit 80,8% häufiger bei den Hypotonikern vor. Die genaue Differenzierung bezüglich der betroffenen Seite zeigte nur beim rechtsseitigen Tinnitus ein leichtes Überwiegen der Patienten mit Hypertonie. Beim VRSSV ergeben sich keine wesentlichen Unterschiede, beim Rechtsnystagmus überwiegt bei beiden Kollektiven das Parallelverhalten, beim Linksnystagmus das Decruitment. Auch die optokinetische Prüfung ergibt ähnliche Ergebnisse.

Bei der Betrachtung der Patienten mit leichtem und erhöhten Spontannystagmus wird deutlich, dass die Vertigosymptomatik bei Patienten mit höheren Nystagmusschlagraten nach links deutlich seltener angegeben wird (45%). Beim VRSSV des Rechtsnystagmus überwiegt bei allen Kollektiven das Parallelverhalten, während beim Linksnystagmus das Decruitment überwiegt. Bei der kalorischen Prüfung zeigen Patienten mit höheren Spontannystagmusschlagraten auch höheres Richtungsüberwiegen nach kalorischer Stimulation als Kollektive mit niedrigeren Ausgangswerten. Die Werte für den Perrotatorius zeigen eine ähnliche Korrelation – auch hier haben grundsätzlich Patienten mit höheren Spontannystagmusschlagraten höhere Mittelwerte für die gleiche Nystagmusrichtung wie der Spontannystagmus. Bei der optokinetischen Prüfung zeigen die OKN-Werte keine wesentlichen Unterschiede, während die OKAN-Werte wiederum mit der Höhe des Spontannystagmus und seiner Richtung korrelieren.

Bei der Betrachtung der Kollektive mit niedrigeren und höheren Perrotatoriuswerten wurde deutlich, dass auch hier Patienten mit höherem Perrotatorius eine höhere kalorisch stimulierte Reaktion in diese Richtung zeigen; Ähnliches kann auch für die Postrotatorius – und OKAN-Werte bemerkt werden.

Bei Kollektiven mit niedrigeren und höheren OKAN- Werten weisen Patienten mit höheren OKAN-Werten auch häufiger vegetative Symptome auf. Bei der optokinetischen Prüfung überwiegt der Links- bzw. Rechtstinnitus bei niedrigeren OKAN-Werten, während bei höheren Werten der beidseitige Tinnitus überwiegt. Es besteht auch ein Zusammenhang zwischen den OKAN – und Perrotatoriuswerten; Je nach untersuchter Nystagmusrichtung zeigen Patienten mit höheren OKAN-Werten auch höhere Perrotatoriuswerte.

Es leiden insgesamt mehr Patienten mit pathologischer Gangdeviation im CCG (78,4%) an Vertigo als mit physiologischer (62,7%). Bis auf den OKAN-Wert bei der Linksdrehung zeigten auch die Patienten mit pathologischen CCG höhere OKAN-Werte und auch vegetative Symptome kamen bei diesem Kollektiv gehäuft vor (51,4%).

Bei der genauen Untersuchung der Kollektive mit Rechts- und Linksenthemmung ergaben sich beim Vorhandensein von Tinnitus keine wesentlichen Unterschiede, während sich bei der

Hörminderung ein leichter Zusammenhang mit der Richtungsenthemmung ergab. Beim VRRSV überwiegt beim Rechtsnystagmus bei beiden Kollektiven das Parallelverhalten, während beim Linksnystagmus bei Rechtsenthemmung das Decruitment und bei Linksenthemmung das Parallel- und Recruitmentverhalten an erster Stelle steht. Im RIDT ergibt sich ein Zusammenhang zwischen Richtung der Enthemmung und Perrotatoriusschlagrate; Ein ähnlicher Zusammenhang lässt sich auch bei den OKAN-Werten erkennen. Im CCG zeigen im Durchschnitt Patienten mit Rechtsenthemmung eine höhere anguläre Deviation als Patienten mit Linksenthemmung.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1. Am J Otol. 2000 Jul; 21(4): 568-72.

Isolated directional preponderance of caloric nystagmus: II. A neuronal network model.

Cartwright AD, Cremer PD, Halmagyi GM, Curthoys IS.

Psychology Department, University of Sydney, NSW, Australia.

2. Am J Otol. 2000 Jul; 21(4): 559-67

Isolated directional preponderance of caloric nystagmus: I. Clinical significance.

Halmagyi GM, Cremer PD, Anderson J, Murofushi T, Crthoys IS.

Neurology Department, Royal Prince Alfred Hospital, NSW, Sydney, Australia.

3. Ear Nose Throat J. 1999 Aug; 78(8): 538

Alternate binaural: normal; simultaneous binaural bithermal: directional preponderance.

Brookler K.

Neurotologic Associates P.C., New York City, USA

4. Laryngorhinootologie. 1996 Nov; 75(11): 646-8

Impaired vestibular diagnosis by the effect of alcohol

Lockemann U, Westhofen M.

Institut für Rechtsmedizin des Universitätskrankenhauses Hamburg-Eppendorf.

5. Acta Otolaryngol. 1993 Jan; 113(1): 3-10

Jongkees' formula re-evaluated: order effects in the response to alternate binaural bithermal caloric stimulation using closed-loop irrigation.
Furman JM, Jacob RG

Department of Otolaryngology, Eye & Ear Institute of Pittsburgh, PA.

6. Acta Otolaryngol. 1989 Jan-Feb; 107(1-2): 1-4

Contralateral hyperactive caloric response in unilateral labyrinthine weakness

Hyugen PL, Nicolassen MG, Verhagen WI, Theunissen EJ.

Department of Otolaryngology, Academic Hospital Nijmegen, The Netherlands.

7. Otolaryngol Pol. 1989; 43(3): 195-200

Study of directional preponderance in central disorders of the vestibular system

Kazmierczak H.

8. Otolaryngol. Pol. 1988; 43(2): 128-34

Directional preponderance of caloric nystagmus in vestibular neuronitis

Kazmierczak H.

9. Otolaryngol Pol. 1988; 42(4): 246-52

Directional preponderance in post-traumatic vestibular syndrom

Kazmierczak H, Zaborowski A.

10. Otolaryngol Pol. 1988; 42 (1-2): 80-5

Directional preponderance in Meniere's disease

Kazmierczak H.

11. Otolaryngol Pol. 1986; 40(5): 358-63

Relation of the result of the study of caloric directional preponderance and the parameters of nystagmus

Kazmierczak H.

12. Acta Otolaryngol. 1985 Mar-Apr; 99(3-4): 459-65

Directional preponderance of nystagmus and excitement of autonomic nervous system.

Matsunaga T, Yamamoto K, Kubo T.

13. Auris Nasus Larynx. 1984; 11(1): 1-9

Directional preponderance of optokinetic nystagmus. Study of 30 cases of unilateral cerebral lesions.

Sakata E, Shimura H, Sakai S, Shimura M.

14. Arch Otolaryngol. 1983 Oct; 109(10): 682-7

Vestibular asymmetry. Some theoretical and practical considerations.

McClure JA, Lycett P.

15. Rev Otoneuroophthalmol. 1982 Mar-Apr; 54(2): 97-157

Significance and clinical value of directional preponderance in nystagmus

Toupet M, Courtin P, Eber AM, Gentine A, Norre M, Collard M, Demanez JP, Frachet B, Freyss G, Moreau JL, Ohresser M, Pialoux P, Strubel-Streicher D.

16. Otolaryngology. 1978 Sep-Oct; 86(5): ORL-830-3

Sources of error in interpretation of caloric tests.

Becker GD.

17. ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec. 1978; 40(5): 263-77

Criteria for the evaluation of nystagmus

Mulch G.

18. Acta Otolaryngol. 1975 May-Jun; 79(5-6): 409-18

Directional preponderance, 1942-1974. A review.
Hallpike CS.

19. Rev Otoneuroophthalmol. 1971 Dec; 43(8): 382-94

Measurement and clinical value of the directional preponderance of nystagmus

Hommura Y, Greiner GF, Conraux C, Collard M, Schmitt JG.

20. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1967 Dec; 23(6): 583

Further data on directional preponderance in nystagmography.

Gabersek V.

21. Rev Neurol (Paris). 1967 Jul; 117(1): 293-8.

Complementary facts on the directional preponderance in nystagmography.

Gabersek V.

22. J Laryngol Otol. 1967 Feb;81(2): 119-35

On the function of the kinocilia and stereocilia with special reference to the phenomenon of directional preponderance.

Zalin A.

23. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1966 Dec; 75(4): 1135-59

Directional preponderance and spontaneous nystagmus as observed in the electronystagmographic examination.

Coats AC.

24. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1965 Sep; 74(3): 655-68.

Directional preponderance and unilateral weakness as observed in the electronystagmographic examination.

Coats AC.

25. Brain. 1965 Mar; 88: 51-74

Observations upon the neurological mechanism of directional preponderance of caloric nystagmus resulting from vascular lesions of the brain-stem

Carmichael Ea, Dic Mr. Hallpike CS

26. Arch Ohren Nasen Kehlkopfheilkd. 1964 Nov 25; 183: 285-8

Directional preponderance in experimental nystagmus in normal subjects

DECHER H.

27. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1963 Jun; 72: 507-27

Experimental studies on vestibular mechanisms. I. Directional preponderance of nystagmus in cats.

WARD PH, FERNANDEZ C.

28. Laryngoscope. 1962 Jan; 72: 79-103

Some observations on culmination and directional preponderance of the poststimulatory nystagmus.

TOROK N.

29. Arch Otolaryngol. 1961 Feb; 73: 139-44.

Directional preponderance in temporal lobe disease.

SANDBERG LE; ZILSTORFF-PEDERSEN K.

30. Acta Otolaryngol. 1959 Nov-Dec; 50: 517-25

Directional preponderance and spontaneous nystagmus in eye-speed recording.

KOCH H, HENRIKSSON NG, LUNDGREN A, ANDREN G.

31. HNO. 1959 Sep 25; 7:362-5

The directional preponderance of experimental nystagmus as a peripherally or centrally produced symptom

DECHER H, SPERLING E.

32. Confin Neurol. 1955; 15(2): 101-2.

Comments on directional preponderance.

DE REYNER JP.

33. Acta Otolaryngol. 1954 Sep-Dec; 44 (5-6): 568-73

Directional preponderance in some intracranial disorders.

ANDERSEN HC.

34. Acta Otolaryngol. 1954 May-Jun; 44 (3): 265-73

Directional preponderance of caloric nystagmus in patients with organic brain diseases; an electroencephalographic study.

KIRSTEIN L, PREBER L.

35. Acta Otolaryngol. Suppl. 1954; 118: 19-31

The occurrence of directional preponderance in some intracranial disorders; a study of the Fitzgerald-Hallpike caloric test.

ANDERSEN HC, JEPSEN O, KRISTIANSEN F.

36. ICS medical

**ENG Report; August 1987
Directional Preponderance**

By Charles W. Stockwell, Ph.D

37. ICS medical

**ENG Report ; September 1990
Directional Preponderance- some Experts' Thoughts**

38. ICS medical

Insights in Practice

Clinical Topics in Otoneurology February 2002
Directional preponderance revisited

Kamran Barin, Ph.D. and Charles W. Stockwell, Ph.D.

39. Das Elektronystagmogramm und die neurootologische Kennliniendiagnostik

Hinweise für die praktische Untersuchung und Therapie von
Schwindelkranken

Claus F. Claussen, Würzburg und Manfred von Lühmann, Berlin

Curriculum vitae von Anita Kreidler

Akt. Adresse
Petrinstr. 11
97080 Würzburg

Geboren: 24.09.1976
Geburtsort: Katowice /Schlesien, Polen

Konfession : röm.-katholisch

1983-1989 Grund – und Gesamtschule in Katowice
1989 Aussiedlung nach Deutschland
1989-1992 Haupt- und Realschule in Bad Mergentheim
1992-1997 Deutsch-Orden-Gymnasium in Bad Mergentheim
1997 Abitur

1997-2000 Krankenpflegeausbildung in Tauberbischofsheim
2000-2006 Medizinstudium in Würzburg
2007 Abschluss der Dissertation „directional preponderance“ (Richtungsenthemmung des kalorischen Nystagmus)

Examina:

Physikum : August 2002
1. Staatsexamen: August 2003
2. Staatsexamen: August 2005
3. Staatsexamen: November 2006

Sprachkenntnisse:

deutsch, polnisch, spanisch, englisch, französisch

Famulaturen/Praktika:

März 2003 : Innere Medizin- St. Hedwigs KH Berlin
Oktober 2003 Anästhesie – St. Rochus KH Wien, Österreich
Februar 2004: Radiologie – Universitätsklinikum Graz, Österreich
September 2004: Chirurgie/Gynäkologie- Hospital San Rafael, San Salvador, El Salvador

Ausbildung im praktischen Jahr (PJ):

- Chirurgie : Hospital Gustavo Fricke, Vina del Mar, Universität Valparaiso/Chile
In dieser Zeit : Teilnahme am Internationalen Kongress für Chirurgie in Pucon vom 20.- 23. Nov. 2005
- Neurologie: Hospital van Buren, Valparaiso, Universität Valparaiso/Chile
- Innere Medizin: University of Rochester, N.Y./USA



