

perception of the test situation in the tilting room. Also in this patient group leads a damage of the afferent neck proprioceptors to a relatively increased weight imparted to the visual information.

Chapter IX contains the general conclusion and discussion of this study and a proposal for a model which may explain tilting room behaviour of both healthy subjects and patients. The incorrect perception of the testsituation in the tilting room appears to be linked with a deviation of the SH. Since the tilting room has so little effect on healthy subjects, an increased postural sway in the tilting room must be a reason for further examinations. The outcome of the tilting room examination itself is not specific but very sensitive in establishing equilibrium disorders.

SAMENVATTING

In dit proefschrift wordt de kantelkamer gebruikt voor het dynamisch evenwichts-onderzoek van zowel patienten als een gezonde controle groep. Doel van deze studie is een evaluatie en herbeoordeling van deze onderzoeken om overeenkomsten in het houdingsevenwicht te identificeren. Het grote voordeel van het dynamisch onderzoek van een verstoord houdingsevenwicht is dat het evenwichtssysteem als een geheel beoordeeld wordt en niet slechts een facet er van, zoals het geval is bij het routine evenwichtsonderzoek met de draaistoel en de electro-nystagmografie. Bij het routine evenwichtsonderzoek ligt het accent van het onderzoek op het functioneren van de horizontale half-cirkelvormige kanalen. Bij het kantelkameronderzoek worden uiteindelijk de responsies van het centrale zenuwstelsel (CZS), als resultaat van de centrale integratie en weging van de zintuiginformatie, geregistreerd. Hoofdstuk I bevat deze algemene introductie evenals de geschiedenis en ontwikkeling van de kantelkamer.

Hoofdstuk II beschrijft de anatomie en fysiologie van het rechtop staan. De aandacht richt zich met name op de intensieve wisselwerking tussen de betrokken zintuigsystemen en het CZS. Juist de plasticiteit van het CZS maakt het mogelijk dat een disfunctie van een zintuigstelsel gemaskeerd wordt. Dynamisch evenwichts-onderzoek kan dit aan het licht brengen. In de meeste studies wordt vandaag de dag gebruik gemaakt van de voor-achterwaartse lichaamszwaai aangezien de beschrijving hiervan minder gecompliceerd is dan de links-rechts zwaai. Echter, in de kantelkamer wordt gebruik gemaakt van de symmetrische lichaamszwaai in links-rechts richting. Voor de beschrijving van de links-rechts lichaamszwaai wordt gebruik gemaakt van een model zoals ontworpen door Kapteyn.

Hoofdstuk III beschrijft de apparatuur, bestaande uit de stabilometer, de kantelkamer en de kantelstoel, waarvan in deze studie gebruik is gemaakt. De stabilometer is opgebouwd uit twee cirkelvormige platen welke centraal door een staaf verbonden zijn. Wanneer een persoon, staande op de bovenste plaat, zijn zwaartepunt verplaatst zal dit een verbuigen van de staaf tot gevolg hebben. Het koppel dat zo door de bewegende proefpersoon op de staaf wordt uitgeoefend wordt ontbonden in voor-achterwaartse en laterale componenten en als functie van tijd weergegeven: het stabilogram. De kantelkamer is een gesloten ruimte die vanuit een voor-achterwaartse as door de bodem van de kamer in het laterale vlak kantelt. De proefpersoon staat op een stabilometer gemonteerd in een opening in de bodem van de kamer. Kanteling van de kamer heeft geen invloed op de positie van de stabilometer. Hoewel verschillende stimulatie vormen mogelijk zijn, wordt routinematig gebruik gemaakt van een sinusvormige stimulus met verschillende frequenties: 0.025, 0.05, 0.1 en 0.2 Hz. hetgeen leidt tot perioden van respectievelijk 40, 20, 10 en 5 seconden. De stimulus amplitude is

voor alle frequenties 5 graden naar links en naar rechts. Zodra de kamer begint te bewegen, ontstaat een sensorisch conflict tussen de otolieten informatie enerzijds en de visuele informatie anderzijds. In extremo zijn er in deze situatie twee mogelijkheden: een otolieten of een visuele optie. In het geval van een zuivere otolieten optie zal de proefpersoon geen verandering in de richting van de zwaartekracht registreren en er zijn dan ook geen houdingscorrecties noodzakelijk. De kamer zal dan ook als bewegend worden ervaren en de stabilometer als stabiel. In het geval van een zuivere visuele optie zal de perceptie een stabiele visuele omgeving zijn met een bewegend stabilometer platform: nu zijn wel houdingscorrecties nodig om het lichaam evenwijdig te houden aan de verticale structuren van de kantelkamer met als gevolg een grote laterale lichaamszwaai. Analyse van zowel de amplitude van de geïnduceerde links-rechts lichaamszwaai en de perceptie van de testsituatie zal duidelijk maken welk zintuig systeem, de visus of de otolieten, op dat moment het zwaarst gewogen wordt.

In hoofdstuk IV worden aanvullende experimenten met de kantelkamer beschreven. Aangezien bij het routine onderzoek gebruik wordt gemaakt van een sinusvormige beweging van de kamer, wordt hier het effect van een complexe, niet-sinusvormige stimulus onderzocht. Beide stimulus vormen blijken eenzelfde effect op het houdingsevenwicht te hebben zodat bij het patiënten onderzoek volstaan kan worden met de sinusvormige stimulatie van de kantelkamer. Het volgende onderdeel betreft habituatie experimenten met verschillende tijdsintervallen, van een uur tot een jaar. De resultaten laten zien dat eens verkregen stabiliteit in de kantelkamer behouden blijft zelfs als het herhalingsonderzoek een jaar later plaatsvindt. Deze bevinding is in tegenspraak met de resultaten van andere onderzoeken naar het effect van training. Zowel de geïsoleerde als de onderling gecombineerde invloed van de visuele, de otolieten en afferente nekproprioceptieve informatie op de subjectieve horizon (SH) en de ocular counterrotation (OCR) worden bepaald door de kantelstoel in de kantelkamer te plaatsen. Meting van de SH en de OCR wordt verricht zodat de invloed van de SH en de OCR op de perceptie van de testsituatie in de kantelkamer bepaald kan worden. Uit de resultaten blijkt dat een deviatie van de SH niet alleen door een vestibulaire aandoening maar ook door een laesie van de afferente nekproprioceptoren of een ander betrokken zintuig systeem veroorzaakt kan worden. Verder hebben alle drie de betrokken zintuigen hun effect op de OCR.

Hoofdstuk V behandelt het onderzoek van een groep gezonde proefpersonen op de stabilometer en in de kantelkamer. Ook de SH van deze personen wordt gemeten. De resultaten van de stabilometrie metingen laten een geringe toename zien van de houdingsinstabiliteit na het sluiten van de ogen. Hieruit blijkt dat de aanwezigheid van adequate visuele informatie een stabiliserend effect heeft op het houdingsevenwicht. De kantelkamer heeft slechts een beperkt effect op het houdingsevenwicht. Bij de hogere frequenties wordt de invloed op de links-rechts lichaamszwaai zelfs nog minder.

De perceptie van de testsituatie is dan ook correct in de vorm van een bewegende visuele omgeving en een stabiel stabilometer platform. De SH wordt in het donker zowel intra- als interindividueel zeer nauwkeurig aangegeven.

In hoofdstuk VI wordt de eerste groep patiënten behandeld met een enkel- of dubbelzijdige labyrinth uitval. De patiënten met een dubbelzijdige labyrinth uitval laten gemiddeld een SH zien vergelijkbaar met de controle groep. Bij herhaalde meting echter is er sprake van een zeer grote spreiding tot 12 graden in tegenstelling tot de spreiding van minder dan een graad bij de controle groep. Bij de stabilometrie is er sprake van een aanzienlijke toename van de beweeglijkheid na het sluiten van de ogen. In de kantelkamer neemt bij alle frequenties, maar juist bij de hoogste, de links-rechts beweeglijkheid sterk toe. In overeenstemming hiermee is de perceptie verstoord: de meeste patiënten ervaren stabilometer beweeglijkheid in combinatie met een stabiele visuele omgeving. Met het gebruik van de kantelkamer is verder de mate van compensatie na een geheel verlies van de vestibulaire functie eenvoudig vast te stellen. Uiteindelijk compenseren de patiënten volledig voor de lage frequenties. Voor de hoogste frequentie echter blijft er sprake van een vergrote lichaamszwaai.

In het geval van een enkelzijdige labyrinth uitval zijn de resultaten van het onderzoek min of meer gelijk aan de uitkomst van de onderzoeken van patiënten met een dubbelzijdige labyrinth uitval. De toename van de beweeglijkheid op de stabilometer is na het sluiten van de ogen minder uitgesproken. In de acute fase is de SH gedeveerd naar de aangedane zijde. Door verschillende onderzoekers wordt het normaliseren van de SH gebruikt als een maat voor de compensatie. Het blijkt echter dat veel patiënten nog klagen over een verstoord houdingsevenwicht terwijl hun SH alweer normaal is. De SH is dus niet in alle gevallen een juiste maat voor de compensatie van een enkelzijdige labyrinth uitval. In de kantelkamer is ook nu bij alle frequenties, vooral bij de hoge, de lichaamszwaai vergroot.

Uiteindelijk normaliseert voor deze patiënten groep de lichaamszwaai bij alle kantelkamer frequenties tot binnen de spreiding van de controle groep. Net als bij een enkelzijdige labyrinth uitval is er ook in het geval van een dubbelzijdig verlies van vestibulaire functie sprake van een tijdelijke relatieve dominantie van de visuele informatie over de verstoorde vestibulaire informatie. In de kantelkamer kan deze verschuiving van het relatieve gewicht van de betrokken sensorische informatie eenvoudig worden aangetoond.

Hoofdstuk VII bevat de resultaten van het kantelkamer onderzoek van patiënten met een acusticus neurinoom. Meting van de SH laat bij de meeste patiënten een deviatie naar de aangedane zijde zien. In een enkel geval is de SH gedeveerd naar de gezonde zijde zonder dat het neurinoom een afmeting heeft dat compressie van de pons en de hersenstam te verwachten is. Ook nu blijkt weer dat het sluiten van de ogen een aanzienlijke toename van de beweeglijkheid veroorzaakt op het stabilogram. In de

kantelkamer is de lichaamszwaai bij alle frequenties sterk toegenomen zodat er weer sprake is van een relatieve dominantie van de visuele informatie. Zowel in het geval van een acuut verlies van vestibulaire functie als bij een geleidelijke afname is de uiteindelijke strategie identiek. Hoewel patiënten met een acousticus neurinoom zelden klagen over een verstoord houdingsevenwicht worden bij heronderzoek evidente afwijkingen gevonden.

In Hoofdstuk VIII worden resultaten gepresenteerd van het onderzoek van patiënten met een cervicale ataxie veroorzaakt door een whiplash-verwonding. Aangezien de klachten voornamelijk geluxeed worden door bepaalde hoofdposities, wordt de stabilometrie uitgebreid met een aantal metingen met verschillende hoofdposities. Extensie van de nek blijkt een uitgesproken negatief effect op het houdingsevenwicht te hebben. Meting van de SH met het hoofd rechtop laat geen afwijkingen zien. Wanneer nu het hoofd op de linker of de rechter schouder gebracht wordt, blijkt bij een groot aantal patiënten een asymmetrie van de SH op te treden. Bij het kantelkamer onderzoek wordt ook bij een beschadiging van de afferente nekproprioceptoren een visuele dominantie gevonden hetgeen blijkt uit de foutieve perceptie en de toegenomen lichaamszwaai tijdens beweging van de kamer.

Hoofdstuk IX tenslotte bevat de uiteindelijke conclusies van deze studie en een voorstel voor een model dat mogelijk het gedrag in de kantelkamer verklaart van zowel de gezonde proefpersonen als de verschillende patiënten groepen.

De incorrecte perceptie van de testsituatie in de kantelkamer lijkt gerelateerd aan een afwijking van de SH. Aangezien de kantelkamer slechts een gering effect heeft op het houdingsevenwicht van gezonde personen, moet in het geval van een te grote beweeglijkheid in de kantelkamer verder onderzoek verricht worden naar de mogelijke oorzaak. De uitkomst van het kantelkamer onderzoek op zich is niet specifiek voor een bepaalde afwijking maar wel zeer sensitief in het vaststellen van evenwichtsstoornissen.

LITERATURE

- [1] Handbook of Sensory Physiology, Kornhuber, H.H. (ed), Section I, Vol. III, part 2, 1984, Springer Verslag, Berlin.
- [2] Handbook of Sensory Physiology, Kornhuber, H.H. (ed), Vol. VI, part 2, 1984, Springer Verslag, Berlin.
- [3] Handbook of Sensory Physiology, Kornhuber, H.H. (ed), Vol. VIII, 1978, Springer Verslag, Berlin.
- [4] Atlas of Human Anatomy, Sobotta and Bechner, Vol. III, 1975.
- [5] Abrahams, V.C., Richmond, F.J.R. and Rose, P.K. (1975) Absence of mono-synaptic reflex in dorsal neck muscles of the cat. Brain Res. 92, 130-131.
- [6] Allum, J.H.J. and Kesher, E.A. (1986) Vestibular and proprioceptive control of sway stabilization. In: Bles, W. and Brandt, Th. (eds.) Disorders of posture and gait. Elsevier science publishers B.V., Amsterdam.
- [7] Aubert, H. (1861) Eine scheinbare bedeutende Drehung von Objecten bei Neigung des Kopfes von rechts nach links. Virchows Arch. path Anat., 20, 381-393.
- [8] Babinski, J. and Weill, G.A. (1913) Desorientation et desequilibration spontanee et provoquee. La deviation angulaire. C.R. Soc. Biol. Paris, 74, I, 852-855.
- [9] Baloh, R.W., Konrad, H.R., Dirks, D. and Honrubia, V. (1976) Cerebellar pontine angle tumors. Results of quantitative vestibulo-ocular testing. Arch. Neurol. 33, 507-512.
- [10] Baloh, R.W. and Honrubia, V. (1979) Clinical neurophysiology of the vestibular system. Davis, Philadelphia.
- [11] Barany, R. (1906) Untersuchungen uber den vom Vestibularapparat des Ohres reflektorisch ausgelosten Rhythmischen Nystagmus und seine Begleiterscheinungen. Monatschr. Ohrenheilk. 40, 193-297.
- [12] Barany, R. (1906) Über die vom Orhlabyrinth ausgelöste Gegenrollung der Augen bei Normalhorenden, Ohrenkranken und taubstummen. Arch. Ohrenheilkd., 68, 1.
- [13] Barlow, D. and Freedman, W. (1980) Cervico-ocular reflex in the normal adult. Acta Otolaryngol.(Stockh.) 88, 487-496.
- [14] Bender, M. and Jung, R. (1948) Abweichungen der subjektiven optischen Vertikalen und Horizontalen bei Gesunden und Hirnverletzten. Archiv. f. Psychiatrie, Bd. 181, 193-212.
- [15] Bernard, Cl. (1858) Cours de Medecine du College de France. Leçon sur la physiologie et la pathologie du système nerveux. 25 mars 1857.