

Aus der II. Medizinischen Klinik der Universität München
(Direktor: Prof. Dr. Dr. G. BODECHTEL)

Veränderungen des postrotatorischen Nystagmus I und II nach wiederholten Langdrehungen bei multipler Sklerose

Von
HANS-HENNING V. ALBERT

Mit 4 Textabbildungen

(Eingegangen am 22. Dezember 1964)

Im Rahmen systematischer Untersuchungen über Trainingsvorgänge am Vestibularapparat wurden neben gesunden Versuchspersonen auch Patienten mit peripheren und zentralen Vestibularisstörungen untersucht^{1,2}. Unter den Kranken mit einer zentralen Vestibularisstörung fand sich bei Patienten mit einer multiplen Sklerose (M.S.) im postrotatorischen Nystagmus II (P II) ein bei den anderen Untersuchungsgruppen nicht beobachteter Befund³, der ein bisher nicht beschriebener Ausdruck der vestibulären Übererregbarkeit bei der M.S. ist und über den im folgenden berichtet werden soll.

Methodik

Die Untersuchungen wurden mit einer elektrisch betriebenen, elektronisch gesteuerten Drehstuhlrichtung nach TÖNNIES durchgeführt. Auf eine exakte Lage des Kopfes zur Vermeidung unerwünschter ungleichmäßiger Beschleunigungen²⁵ wurde besonders geachtet. Bei üblicher Elektrodenlage (nach JUNG¹⁶) wurden die corneoretinalen Potentialdifferenzen abgeleitet.

In einem Abstand von 1—4 Tagen wurde bei den untersuchten Patienten je eine Serie von zehn Langdrehungen hintereinander in jeweils einer Richtung durchgeführt. Die Andrehung erfolgte mit einer Beschleunigung von $0,8^\circ/\text{sec}^2$, nach einer Endgeschwindigkeit von $90^\circ/\text{sec}$ wurde 50 bzw. 100 sec mit dieser Geschwindigkeit gleichmäßig weitergedreht. Bei der Abbremsung wirkte eine negative Beschleunigung von etwa $680^\circ/\text{sec}^2$ ein. Die Registrierung (je eine horizontale und vertikale Ableitung) wurde bei geschlossenen Augen vom Beginn einer Drehung an jeweils insgesamt 10 min durchgeführt. Da die Zeit zwischen Drehbeginn und Abbremsung im Durchschnitt 2,5 min betrug, wurde der postrotatorische Nystagmus 7,5 min registriert. 10 min nach Beginn der ersten Drehung wurde die Registrierung kurz unterbrochen und eine nächste Drehung bei unveränderten Bedingungen angeschlossen.

Während der Untersuchung wurden Aufmerksamkeit und Wachheitslage fortlaufend kontrolliert, beim Auftreten starker Müdigkeitserscheinungen, Kopfschmerzen usw. mit Beeinträchtigung der Registrierung (Artefakte, Auftreten großer Wellen) wurde die Untersuchung abgebrochen und später wiederholt.

Tabelle 1. *Durchschnittsergebnisse bei Trainierungstesten in verschiedenen Unter-Fällen der ein-**Zeitkonstante*: Zeit in Sekunden, innerhalb der die graphisch aus den Werten der der langsamen Nystagmusphase auf den Wert $1/e$ x *Extrapolierte Winkelgeschwindigkeit*: Schnittpunkt der graphisch ermittelten Mit-

	Zeitkonstante (Z) und extrapolierte Winkelgeschwindigkeit (W)				Signifikanz der Differenz	Dauer und	
	re.		li.			re.	li.
	Z	W	Z	W			
Normalpersonen 10 Fälle	16,5	64,0	17,7	54,0	keine	35,8 39,5	32,8 35,1
Periphere Vestibularis- störungen (Rechts- überwiegen) 12 Fälle	14,6	69,5	11,4	62,6	(Z) $0,01 > p > 0,005$ (W) keine	38,7	26,6
						55,7	36,7
Zentrale Vestibularis- störungen außer M.S. (überwiegende Seite li. Spalte) 14 Fälle	16,2	52,7	20,9	45,5	keine	35,5	29,9
						42,5	28,3
M.S. Trainierungstest Ø (überwiegende Seite li. Spalte) 12 Fälle	18,7	41,5	16,0	51,2	keine	36,0	27,0
						32,0	26,5
M.S. Trainings- test + (überwie- gende Seite li. Spalte) 13 Fälle	14,5	62,1	15,7	50,8	keine	30,4 33,4	27,5 27,3

Folgende Einzelwerte des postrotatorischen Nystagmus wurden bestimmt: Dauer und Schlagzahl des P I; Winkelgeschwindigkeit der langsamen Phase in Abständen von 1—8 sec für die ganze P I-Dauer; Latenzzeit zwischen P I und P II; Dauer des P II und Schlagzahl des P II innerhalb der ersten 100 sec. Ferner wurde der Ablauf der Winkelgeschwindigkeit der langsamen Phase graphisch ausgewertet; auf einfach logarithmischem Papier wurden die Werte für die Winkelgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Zeit nach dem Stop eingetragen (Ordinate logarithmisch für die Winkelgeschwindigkeit). Die zehn Kurven einer Drehungsserie wurden in ein Koordinatensystem eingetragen. An zwei geeigneten Punkten dieser Kurvenschar wurde aus der graphischen Darstellung das arithmetische Mittel der Winkelgeschwindigkeit für diese Zeitpunkte festgestellt und danach durch Verbindung dieser beiden Punkte eine Durchschnittskurve ermittelt (siehe z.B. Abb. 1). Als extrapolierte maximale Winkelgeschwindigkeit der langsamen Phase oder extrapolierter Maximalwert wurde der Schnittpunkt dieser Durchschnittskurve mit der Ordinate (Zeitpunkt Null) bezeichnet. Als Maß für die Steilheit der Durchschnittskurve wurde die Zeitkonstante (Abfall der Durchschnittskurve auf $1/e$ mal extrapolierten Maximalwert) angegeben. Es wurden außerdem die arithmetischen Mittelwerte für die Dauer und Schlagzahl des P II in den ersten 100 sec sowie durchschnittliche Latenzzeit zwischen dem Ende des P I und dem Beginn des P II

suchungsgruppen. Die Zahlen entsprechen den Mittelwerten aus allen untersuchten zehnen Gruppen

Einzelkurven ermittelte Mittelwertkurve für den Abfall der Winkelgeschwindigkeit extrapolierten Maximalwert (siehe unten) abgefallen ist.

telwertkurve mit der Y-Achse im Zeitpunkt 0 = extrapolierter Maximalwert.

Schlagzahl des P I	Frequenz des P I			Dauer und Schlagzahl des P II		
	re.	li.	Signifikanz d. Differenz	re.	li.	Signifikanz der Differenz
keine keine	1,05	1,05	keine	109,7 20,4	122,5 19,7	keine
0,05 > p > 0,025	1,4	1,3	keine	Sp.N.	66	+
0,05 > p > 0,025				58,5	17,2	0,005 > p > 0,001
keine 0,1 > p > 0,05	1,1	0,9	keine	— 38,8	— 17,9	0,02 > p > 0,01
keine keine	0,7	0,85	keine	— 35,3	— 11,5	0,005 > p > 0,001
keine keine	0,95	0,95	keine	— 37,4	— 27,7	keine

aus den zehn Einzelwerten errechnet. Bei einem P II von weniger als 100 sec wurde die gesamte Schlagzahl für die Berechnung des Mittelwertes verwendet.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Trainierungstests (Mittelwerte der einzelnen Gruppen) bei vestibularisgesunden Personen, bei Patienten mit peripheren und zentralen Vestibularisstörungen außer der M.S. und bei M.S.-Kranken sind in Tab.1 zusammengestellt. Bei oto-neurologisch, klinisch und nach dem Befund des Routine-ENGs vestibularisgesunden Personen zeigen in der Regel höchstens einzelne Werte leichtere Seitendifferenzen. Die Symmetrie ist für die Zeitkonstante des P I sowie die Schlagzahl des P II in den ersten 100 sec besonders groß, für die anderen Werte geringer, wobei auch auf die geringe Streuung der Mittelwerte für die Dauer des P I hinzuweisen ist. Die Differenz für den extrapolierten Maximalwert der Winkelgeschwindigkeit der langsamen Phase ist nicht signifikant. Wenn die Werte bei den Normalpersonen so geordnet werden, daß jeweils

die Seiten mit der kürzeren Zeitkonstante zusammengekommen werden, ergibt sich mit $61,7^\circ$ für die Seite der kürzeren Zeitkonstante bzw. $56,3^\circ$ für die andere Seite eine geringe, ebenfalls nicht signifikante Seitendifferenz.

In der Gruppe der peripheren Vestibularisstörungen zeigt sich das Seitenüberwiegen am deutlichsten bei der Dauer und Schlagzahl des P I und der Zeitkonstante, während der extrapolierte Maximalwert keine signifikanten Seitendifferenzen aufweist. Der P II tritt nach der überwiegenden Seite fast immer als Spontannystagmus auf, die durchschnittliche Schlagzahl in den ersten 100 sec ist auf mehr als das Dreifache gegenüber der schwächer erregbaren Seite erhöht.

Demgegenüber sind in der Gruppe der zentralen Vestibularisstörungen — ausgenommen Patienten mit einer M.S. — leicht signifikante Seitendifferenzen in der Zeitkonstante, schwach signifikante Seitendifferenzen im extrapolierten Maximalwert und deutlich signifikante Seitendifferenzen bei der Schlagzahl des P I nachweisbar. Die Dauer des P I zeigt eine leichte Differenz, die aber nicht signifikant ist. Der P II zeigt trotz großer Streuung eine signifikante Seitendifferenz, die sich besonders in der Schlagzahl innerhalb der ersten 100 sec ausdrückt.

Bei der Gruppe der gesunden Versuchspersonen konnten signifikante Veränderungen im Ablauf der zehn Einzeldrehungen nach einer Seite nicht beobachtet werden, es ergaben sich nur Schwankungen innerhalb des zufälligen Bereiches, die von anderen Autoren (z. B. ^{5,8-13,20-24}) beschriebene Abnahme der Vestibularisreaktion bei wiederholten rotatorischen Reizungen konnte nicht bestätigt werden¹.

In der Gruppe der peripheren Vestibularisstörungen fiel das enge Aneinanderliegen der Einzelkurven nach der überwiegenden Seite und die deutlichere Streuung der Einzelkurven für die Winkelgeschwindigkeit der langsamen Phase nach der geschädigten Seite auf. Sichere Veränderungen im Sinne einer Reaktionsabnahme (Habituation oder negative Trainierbarkeit) konnten auch in der Gruppe der peripheren Vestibularisstörungen nicht festgestellt werden. Nur in Einzelfällen konnte — hinsichtlich der Schlagzahl des P II in den ersten 100 sec — eine geringe Reaktionsabnahme beobachtet werden.

Bei den zentralen Vestibularisstörungen fand sich eine deutliche Reaktionsabnahme im Sinne einer negativen Trainierbarkeit, wie es an Abb. 1 dargestellt ist. In diesem Fall handelt es sich um eine Patientin mit einer *Syringomyelie*, die nach dem Ergebnis der mehrfachen Routine-ENG-Untersuchung ein inkonstantes Rechtsüberwiegen ohne Spontannystagmus zeigte. Die Mittelwerte des Trainierungstestes zeigten symmetrische Verhältnisse für die Zeitkonstante und die Dauer des P I, geringe Seitendifferenzen für die Schlagzahl des P II, deutlichere Seitendifferenzen für den extrapolierten Maximalwert. Der P I ging nach rechts innerhalb von fünf Drehungen auf nicht mehr bestimmbare Werte zurück.

Besonders auffallend ist aber das Verhalten des postrotatorischen Nystagmus II, der nach beiden Seiten, also auch nach der sonst besser erregbaren Seite, innerhalb von zwei Drehungen auf Null abfällt.

Ein ähnliches Verhalten des P II konnte z. B. auch in einem anderen Fall bei einem arteriographisch gesicherten linksseitigen Hirntumor beobachtet werden. Der P II war nach rechts überhaupt nicht auszulösen; der während der ersten drei Drehungen nach links als Spontan-nystagmus auftretende P II nach links sank aber innerhalb der folgenden

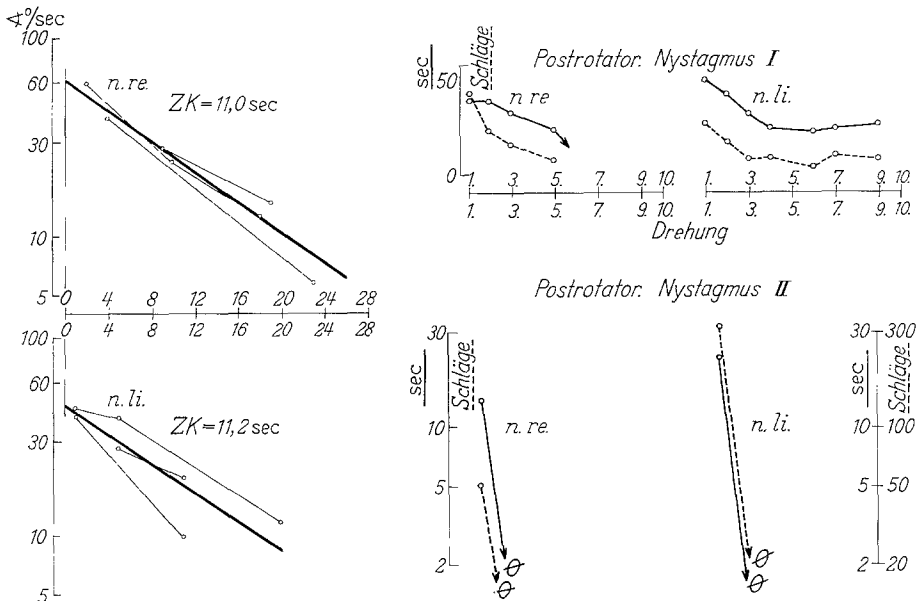


Abb. 1. Trainingstest bei zentraler Vestibularisstörung (Syringomyelie). Deutliche Seitendifferenz im P I, Absinken des P II auf Null. Der P I fehlt auch nach links in der 5., 8. und 10. Drehung

fünf Drehungen bis zur achten Drehung auf Null ab. Die Schlagzahl des P II zeigte die Reaktionsabnahme nach links schon ab der ersten Drehung.

Nach diesen Befunden war es auffallend, daß bei *M.S.-Kranken* im P II zum Teil ein gegensinniges Verhalten festgestellt werden konnte. Es zeigte sich nämlich, daß sich die untersuchten *M.S.-Patienten* mit gesicherter Diagnose in zwei Gruppen einteilen lassen. Die eine, bisher zwölf Patienten umfassende Gruppe zeigte keine grundsätzlichen Abweichungen gegenüber anderen Patienten mit zentralen Vestibularisstörungen. Es sind hierbei sehr geringe Werte für den P II oder auch stärkere Seitendifferenzen mit dem teilweise nachweisbaren Phänomen einer negativen Trainierbarkeit festzustellen. Die Seitendifferenz kann

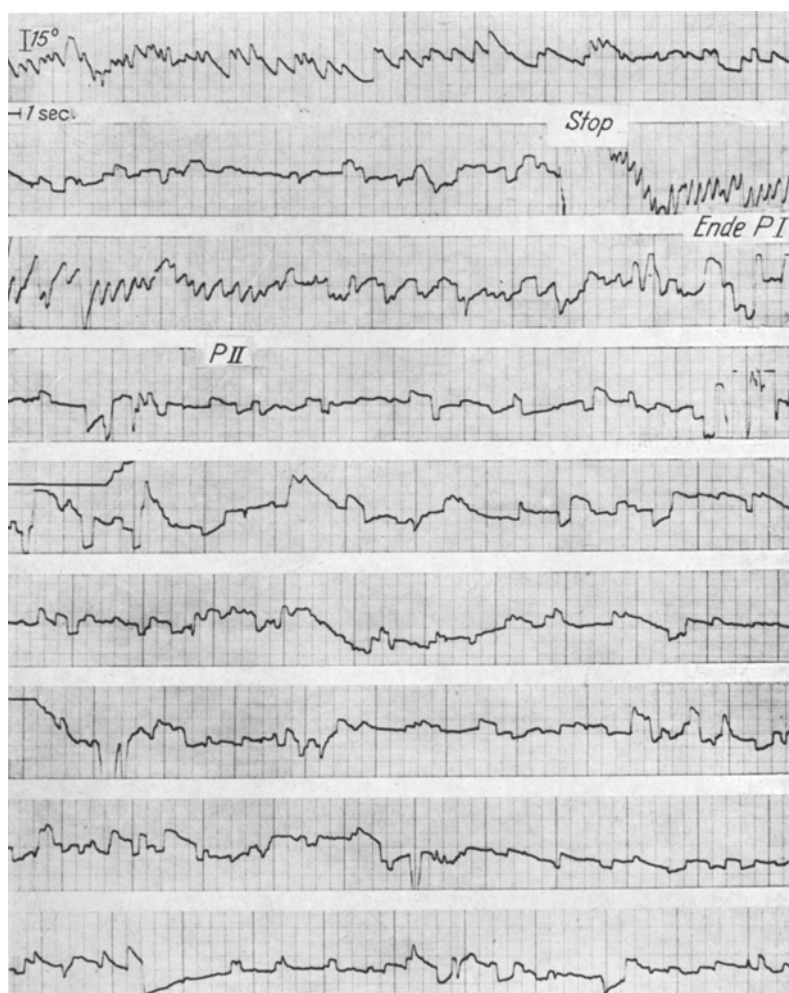


Abb. 2a. ENG bei M. S. (1. Drehung nach rechts im Trainingstest). 24-jährige Patientin.
P II ist Spontannystagmus

auch im P I mehr oder minder stark ausgeprägt sein, obwohl die Ermittlung von Durchschnittswerten signifikante Seitendifferenzen nur für die Dauer des P I und die Schlagzahl des P II erkennen läßt.

Dieser Gruppe sind bisher 13 Patienten gegenüberzustellen, bei denen es im P II zum Auftreten eines zu der an sich schwächer erregbaren Seite gerichteten Spontannystagmus bei auch zur besser erregbaren Seite auslösbaren Spontannystagmus kam. Das heißt, es konnte durch die beschriebene Untersuchungsanordnung mit zehn in zehnminütigem Abstand

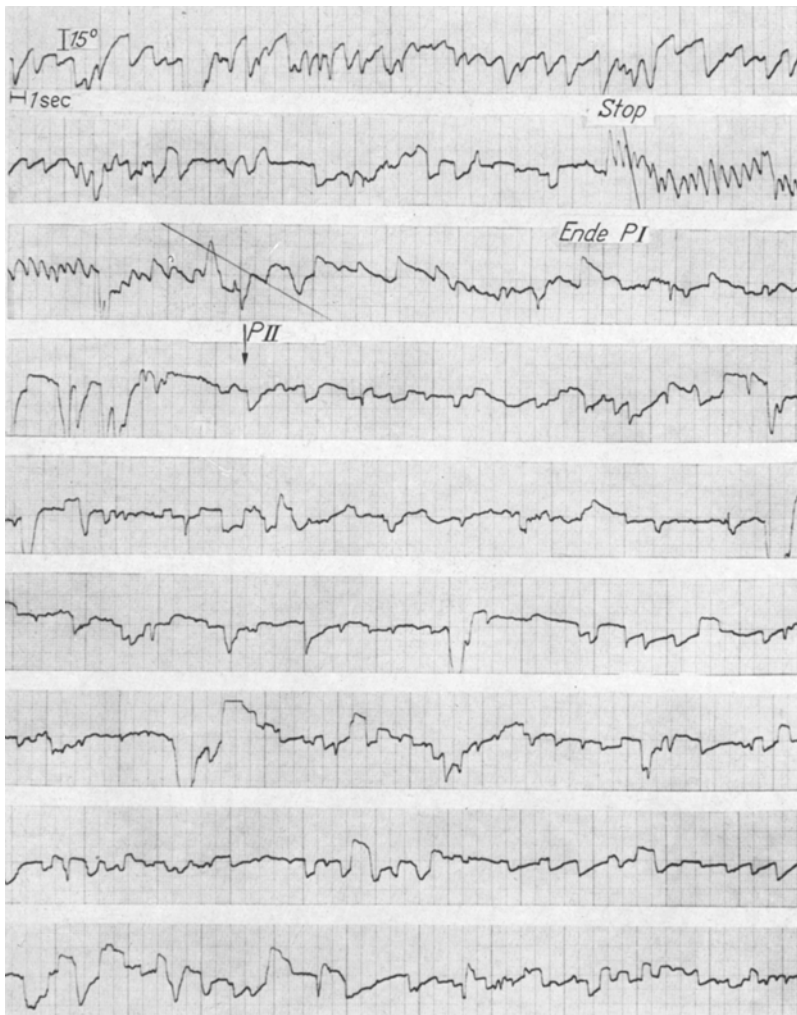


Abb. 2b. ENG bei M. S. (1. Drehung nach links im Trainingstest). Siehe Legende Abb. 2a

hintereinander in einer Richtung ablaufenden Drehreizen ein Spontan-nystagmus nach beiden Richtungen ausgelöst werden.

In Abb. 2 sind die Kurvenausschnitte eines Falles mit dem nach beiden Seiten als Spontan-nystagmus vorhandenen P II dargestellt. Die im P II eingestreuten Gegenrucke zeigen zum Teil eine Überlagerung mit langsamen Phasen in Richtung des Spontan-nystagmus. Die Abb. 3 des gleichen Falles zeigt in graphischer Darstellung die Werte des Trainingstestes. Sämtliche Meßwerte weisen eine weitgehende Symmetrie auf.

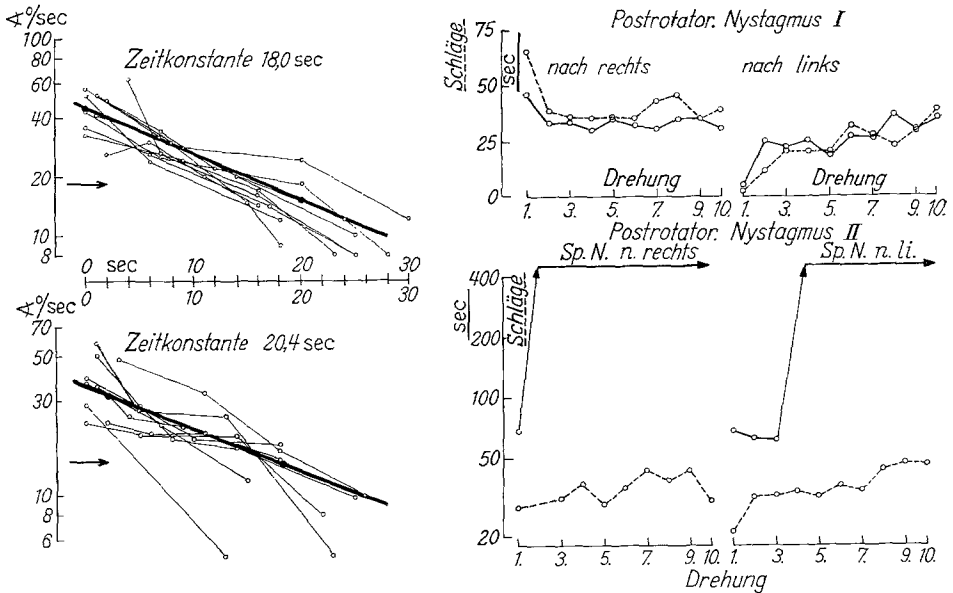


Abb. 3. Trainingstest bei einer 24-jährigen Patientin mit klinisch sicherer M. S. Symmetrische Verhältnisse aller Meßwerte. Spontannystagmus im P II nach beiden Seiten. Fall der Abb. 2a und 2b

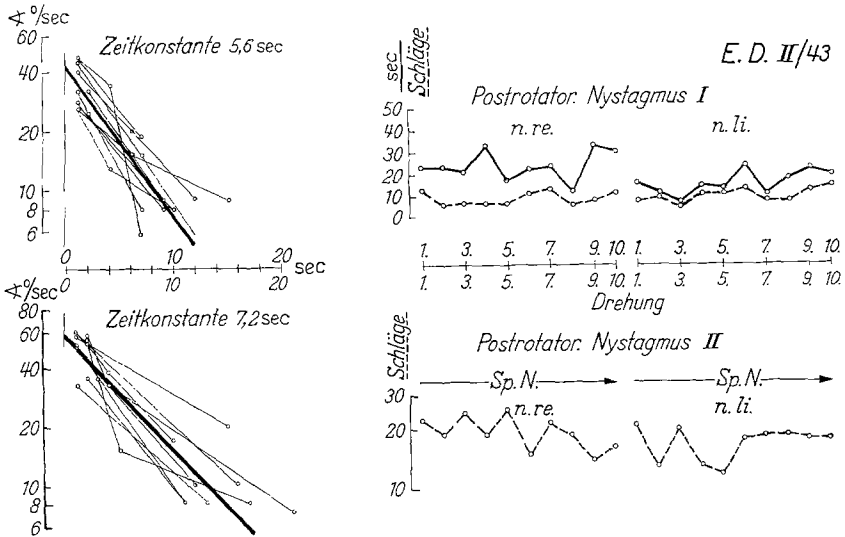


Abb. 4. Trainingstest bei einem 26-jährigen Patienten mit klinisch sicherer M. S. Leichte Asymmetrie im P I. Spontannystagmus im P II nach rechts ab der 2., nach links ab der 4. Drehung

Die graphische Darstellung in Abb. 4 zeigt ein Beispiel eines Trainingstestes, bei dem leichte Seitenunterschiede im P I mit einem mittel-

starken Rechtsüberwiegen nachweisbar sind. Nach der überwiegenden Seite zeigt der P I anfangs eine Reaktionsabnahme, während nach der schwächer erregbaren Seite (links) eine leichte Reaktionszunahme festzustellen ist. Die Werte der jeweils zehnten Drehung zeigen keine signifikante Differenz mehr. Die Werte für die Zeitkonstante sowie den extrapolierten Maximalwert der Winkelgeschwindigkeit der langsamen Phase sind weitgehend symmetrisch. Der rechts unten dargestellte postrotatorische Nystagmus II tritt nach rechts, der besser erregbaren Seite, ab der zweiten Drehung als Spontannystagmus auf, während er nach links erst ab der vierten Drehung als Spontannystagmus feststellbar ist. Die Schlagzahl innerhalb der ersten 100 sec zeigt dabei keine Seitendifferenz, aber auch keine Zeichen einer Trainierbarkeit.

Ein derartiger Testablauf mit dem Auftreten eines Spontannystagmus im P II auch nach der eventuell schwächer erregbaren Seite konnte nur in der Gruppe der Patienten mit einer M.S. festgestellt werden, wobei hinsichtlich der Stärke dieser Reaktion deutliche Unterschiede bestehen können. Der Spontannystagmus nach der zweiten, schwächer erregbaren Seite kann im Verlauf des Trainingstestes nur für eine oder zwei Drehungen, für mehrere Drehungen oder aber während des ganzen Testes auftreten.

Es handelt sich bei diesem Phänomen, dem Auftreten eines Spontannystagmus als P II nach beiden Seiten bei der M.S., um einen weiteren Ausdruck der für die M.S. typischen, auch elektronystagmographisch untersuchten, „vestibulären Enthemmung“¹⁸ bzw. vestibulären Übererregbarkeit. Nach KORNHUBER¹⁹ ist die — meist nach beiden Seiten zu beobachtende — Erhöhung des Wertes für die maximale Winkelgeschwindigkeit der langsamen Phase nach dem Stop eines der auf eine M.S. hinweisenden elektronystagmographischen Zeichen. Als anderer Ausdruck einer vestibulären Enthemmung kann bei der M.S. ein spontaner oder provozierbarer Nystagmus alternans beobachtet werden, an dem sich durch die Enthemmung der normalen Gegenregulation die Eigenfrequenz des steuernden Systems gut ablesen läßt¹⁷. Allerdings kann der Nystagmus alternans auch bei anderen Krankheiten, wie z. B. der Syringobulbie, Tumoren im Hirnstammbereich usw. beobachtet werden. Ein eigener Fall mit einer Neurofibromatose Recklinghausen ohne neurologische Ausfälle oder Schwindelercheinungen bot das elektronystagmographische Bild eines Nystagmus alternans mit unregelmäßiger Periodik bei einem inkonstanten Rechtsüberwiegen. Bei diesem Patienten konnte im Verlauf des Trainingstestes zwar ein Spontannystagmus nach rechts ohne Alternieren für längere Zeit provoziert werden, durch die Linksdrehung gelang es aber nicht, einen stärkeren P II nach links zu aktivieren oder einen Spontannystagmus nach links auszulösen⁴.

Bei der Einordnung der im Rahmen dieser Untersuchung geprüften Fälle von M.S. in eine 4 Felder-Tafel (Tab.2) ergibt sich mit einer Irr-

tumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,05% eine hohe Signifikanz für die Korrelation zwischen positivem Testausfall und der Diagnose M.S. Ein negativer Testausfall spricht nicht gegen die Diagnose. Bei der Aufstellung dieser 4 Felder-Tafel sind die bisherigen Befunde bei vestibularis-gesunden Personen sowie bei Patienten mit anderen zentralen oder peripheren Vestibularisstörungen mitverwertet worden, da in diesen beiden Gruppen niemals ein positiver Testausfall mit einem beidseits trainierbaren Spontannystagmus beobachtet werden konnte. In der Gruppe mit einem negativen Testausfall ist ein Fall einer gesicherten M.S. aufgenommen, der vor 1 Jahr positiv gewesen ist, jetzt aber fast keinen postrotatorischen Nystagmus mehr zeigt. In zwei weiteren Fällen ist der

Tabelle 2. *Ausfall des Trainingstestes bei Patienten mit und ohne M.S.*
Beim Vergleich durch einen 4 Felder-Test ergibt sich für die Korrelation positiver Testausfall — M.S. eine Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 0,05%

	Test pos.	Test neg.	
M.S. sicher	13	12	25
keine M.S.	0	56	56
	13	68	N = 81

I.W. < 0,05% (χ^2).

Test bei Patienten mit einer gesicherten M.S. schwach positiv, der Spontannystagmus tritt nur während einer Drehung auf. Für die 4 Felder-Tafel wurden diese Fälle nicht berücksichtigt.

Besprechung der Ergebnisse

Im Gegensatz zu den Ergebnissen bei vestibularisgesunden Personen sowie bei Patienten mit peripheren Störungen konnte in der Gruppe der zentralen Vestibularisstörungen einschließlich der M.S.-Kranken eine *positive* (M.S.-Kranke) oder *negative* (sonstige zentrale Störungen) Trainierbarkeit beobachtet werden.

Die in neuerer Zeit von mancher Seite für den Vorgang der Trainierbarkeit besonders in den Vordergrund gerückte efferente Innervation*, deren Ausmaß in einer direkten Beziehung zu der zentralen Aktivität im Bereich der Kerngebiete steht, ist wahrscheinlich für die beobachteten Testabläufe allein nicht verantwortlich. Sicher spielen die retikulären Anteile des Hirnstamms mit den von ihnen ausgehenden aktivierenden oder dämpfenden Wirkungen auf die höheren und tieferen Abschnitte des ZNS eine besondere Rolle¹⁴. Nach neueren Befunden über die Aktivitätszustände des linken und rechten Vestibulariskernes bei Dreh-

* 6,15,26,27.

prüfungen¹⁷ besteht ein synchrones Verhalten mit den peripher zu beobachtenden Nystagmusreaktionen.

Es muß als unwahrscheinlich angesehen werden, daß bei wiederholten Reizungen die direkte Reaktion des peripheren Organs selbst wesentliche Änderungen erfährt, da die Ablenkung der Cupula das entscheidende Moment für das Entstehen einer vestibulären Reflexantwort ist. Die Auslenkung und Rückstellung der Cupula hängt vorwiegend von der Beschleunigungsgröße und den mechanischen Eigenschaften der Cupula und ihrer Umgebung ab. Die zeitliche Größe der Reaktion des peripheren Receptors im postrotatorischen Nystagmus I kann sich daher bei Trainingsuntersuchungen nicht wesentlich verändern. Das Entstehen einer Tonusdifferenz im Gebiet der Vestibulariskerne ist für die Abnahme der vestibulären Reaktion verantwortlich.

Auch bei der vestibulären Übererregbarkeit mit einer stark erhöhten Reflexantwort (erhöhte maximale Winkelgeschwindigkeit der langsamen Phase nach dem Stop) ist nicht eine Herabsetzung der Reizschwelle des peripheren Receptors die Ursache der „übermaximalen“ Reaktion des Vestibularapparates, sondern die Verminderung der zentralen Regulation bzw. Dämpfung führt zur „Übererregbarkeit“.

Bei der Möglichkeit zur Elektronystagmographie erscheinen weitere Untersuchungen über die diagnostische Bedeutung eines spezifischen Testausfalls bei der M.S. interessant, da im Anfangsstadium dieser Krankheit allein mit klinischen Mitteln die Diagnose oft nicht mit Sicherheit gestellt werden kann. Wenn nur in einem Teil dieser Fälle durch einen positiven Testausfall eine Abgrenzung der Differentialdiagnose möglich wäre und damit weitere diagnostische Maßnahmen vermieden werden können, lohnt sich der Arbeitsaufwand für die Durchführung eines Trainings testes. Bisher konnte keine Abänderung des Testes mit einem geringeren Zeit- und Arbeitsaufwand gefunden werden, die die gleiche Häufigkeit von positiven Ergebnissen hat. Wenn das Phänomen eines beidseitigen trainierbaren Spontannystagmus im P II besonders stark ist, genügen bereits wenige Drehungen, gegebenenfalls mit einer geringeren Reizstärke, um den gleichen Effekt auszulösen. Nach den bisherigen Erfahrungen kann bei einem dreimal hintereinander aufgetretenen Spontannystagmus zu der schwächer erregbaren Seite die Drehungsserie zu dieser Richtung abgebrochen und der Test als positiv angesehen werden.

Zusammenfassung

Wiederholte Langdrehungen (je zehn Drehungen nach rechts und links) können bei Kranken mit multipler Sklerose zum Auftreten eines beidseitigen Spontannystagmus im P II führen (positiver Trainings test). Bei 13 von 25 sicheren M.S.-Fällen wurde ein positiver Testausfall

beobachtet. Bei zentralen Vestibularisstörungen anderer Genese entsteht dagegen eine negative Trainierbarkeit (Gewöhnung mit beidseitigem Abfall des P II auf Null). Die diagnostische Bedeutung dieser Testabläufe wird im Vergleich zu den Befunden bei vestibularisgesunden Personen sowie bei Patienten mit peripheren Vestibularisstörungen besprochen.

Literatur

- ¹ ALBERT, H.-H. VON: Elektronystagmographische Untersuchungen über die Trainierbarkeit der Labyrinth bzw. der Vestibulariskomplexe, gemessen am postrotatorischen Nystagmus I und II. Arch. Ohr., Nas., u. Kehl.-Heilk. (im Druck) (1965).
- ² —, u. M. RÜGERT: Trainingseffekte am Vestibularsystem bei wiederholten Langdrehungen mit unterschiedlicher Reizstärke. In Vorbereitung.
- ³ — Untersuchungen zur Habituation des postrotatorischen Nystagmus II. Kongreß der Dtsch. Gesellschaft f. Neurologie 1964, Düsseldorf.
- ⁴ — Unregelmäßig wechselnder Nystagmus alternans bei Neurofibromatose Recklinghausen. Med. Klin. **59**, 482 (1964).
- ⁵ CRAMPTON, G. H.: Effects of visual experience on vestibular nystagmus habituation in the cat, Acta oto-laryng. (Stockh.) **55**, 516 (1962).
- ⁶ DUNKER, R. G., u. R. PFALTZ: Beeinflussung von spontanaktiven, deafferentierten Einzelneuronen des Nucleus cochlearis der Katze durch Tonreizung der Gegenseite. Pflügers Arch. ges. Physiol. **278**, 610 (1964).
- ⁷ ECKEL, W.: Elektrophysiologische und histologische Untersuchungen im Vestibulariskerngebiet bei Drehreizen, Arch. Ohr., Nas., u. Kehl.-Heilk. **164**, 487 (1954).
- ⁸ FLUUR, E., and L. MENDEL: Habituation, efference and vestibular interplay. I. Monoaural caloric habituation. Acta oto-laryng. (Stockh.) **55**, 65 (1962).
- ⁹ — — II. Combined caloric habituation. Acta oto-laryng. (Stockh.) **55**, 136 (1962).
- ¹⁰ — — III. Undirectional rotatory habituation. Acta oto-laryng. (Stockh.) **57**, 81 (1964).
- ¹¹ FORSMANN, B., N. G. HENRIKSSON, and D. A. DOLOWITZ: Studies on habituation of vestibular reflexes. VI. Habituation in darkness of calorically induced nystagmus, laterotorsion and vertigo in man. Acta oto-laryng. (Stockh.) **56**, 412 (1963).
- ¹² — VII. Habituation in light of calorically induced nystagmus, laterotorsion and vertigo in man. Acta oto-laryng. (Stockh.) **56**, 513 (1963).
- ¹³ HENRIKSSON, N. G., R. KOHUT, and C. FERNANDEZ: Studies on habituation of vestibular reflexes. I. Effect of repetitive caloric test. Acta oto-laryng. (Stockh.) **53**, 333 (1961).
- ¹⁴ HÖSLI, L., u. M. MONNIER: Die funktionelle Dualität des mesencephalen Retikularsystems. I. Aktivierende und dämpfende Reizwirkungen auf die elektrische Hirnaktivität und das Verhalten. Pflügers Arch. ges. Physiol. **278**, 241 (1963).
- ¹⁵ IRELAND, P. E., and J. FARKASHIDY: Studies on the efferent innervation of the vestibular end organs. Ann. Otol. (St. Louis) **69**, 490 (1961).
- ¹⁶ JUNG, R.: Neurophysiologische Untersuchungsmethoden. III. Nystagmographie: Zur Physiologie und Pathologie des optisch-vestibulären Systems beim Menschen. Handb. d. Inn. Med. V/1, S. 1325 ff., 4. Aufl. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1953.

- ¹⁷ KORNHUBER, H.-H.: Der periodisch alternierende Nystagmus (Nystagmus alternans) und die Enthemmung des vestibulären Systems. Arch. Ohr., Nas., u. Kehlk.-Heilk. **174**, 182 (1959).
- ¹⁸ — Optokinetischer Nachnystagmus, vestibuläre Übererregbarkeit und periodischer Nystagmus alternans. Klin. Wschr. **40**, 549 (1962).
- ¹⁹ — Zur Beurteilung von Elektronystagmogrammen, Symposium in Padua 1963. Riv. oto-neuro-oftal. **39**, 46 (1964).
- ²⁰ LIDVALL, H. F.: Vertigo and nystagmus responses to caloric stimuli repeated at short intervals. Acta oto-laryng. (Stockh.) **53**, 33 (1960).
- ²¹ — Vertigo and nystagmus responses to caloric stimuli repeated at short and long intervals. Acta oto-laryng. (Stockh.) **53**, 507 (1961).
- ²² — Specific and nonspecific traits of habituation in nystagmus responses to caloric stimuli. Acta oto-laryng. (Stockh.) **55**, 315 (1962).
- ²³ — Mechanism of motion sickness as reflected in the vertigo and nystagmus responses to repeated caloric stimuli. Acta oto-laryng. (Stockh.) **55**, 527 (1962).
- ²⁴ — Neurotic anxiety and vestibular function as reflected in the vertigo and nystagmus responses to repeated caloric stimuli. Acta oto-laryng. (Stockh.) **56**, 1 (1963).
- ²⁵ MONTANDON, A., et F. DITTRICH: Importance d'un contrôle accélérométrique et tachymétrique permanent et direct du plateau en nystagmographie perrotatoire. Acta oto-rhino-laryng. belg. **15**, 150 (1961).
- ²⁶ SCHMIDT, R. S.: Frog labyrinthine efferent impulses. Acta oto-laryng. (Stockh.) **56**, 52 (1963).
- ²⁷ SPOENDLIN, H. H., and R. R. GRACEK: Elektromicroscopic study of the efferent and afferent innervation of the organ of corti in the cat. Ann. Otol. (St. Louis) **72**, 660 (1963).

Dr. H.-H. v. ALBERT,
Neurochirurgische Klinik der Universität München, Poliklin. Abteilung,
8 München 15, Beethovenplatz 2—3