

Provokation optokinetischer Seitendifferenzen durch Einschränkung der Reizfeldbreite und ihre Bedeutung für die Klinik* **

Johannes Dichgans, Barbara Kolb und Eugen Wolpert

Neurologische Klinik mit Abteilung für Neurophysiologie der Universität
Freiburg i. Br.

Eingegangen am 2. März 1974

Provocation of Optokinetic Directional Differences by Limitation of the Stimulated Area—Its Significance for the Clinic

Summary. The diagnostic value and clinical reliability of small, as compared to large, field stimulation of optokinetic nystagmus (OKN) were examined in 40 patients with hemispheric or brainstem lesions. The small field covered 30×20 degrees of visual angle, whereas the large stimulus subtended 140×100 degrees. The stripe pattern was horizontally moving at 20, 40, 60, 80, or 100 degrees per second, respectively. Total slow phase amplitudes of OKN to the right and left were measured over a 10-sec period from electronystagmographical recordings.

1. In normals exposed to the small stimulus the difference in average slow phase amplitude for the two horizontal directions ranged within 34% (of the faster) for stimulus velocities up to 100 degrees per second. With the large stimulus, however, this norm limit was 17%.

2. Nevertheless, the small stimulus results in a remarkable provocation of pathognomonic directional differences in patients.

3. The gain in information about OKN differences of pathological significance is maximal (+45%) if the small stimulus moves at 60°/sec.

4. The test is most useful for follow up studies. Slight OKN differences in the early stages of illness or during recovery are easily detected.

5. In patients with voluntary or involuntary inattentiveness stimulation with the larger area prevails.

6. Comparing the results from measuring slow phase velocities with those from clinical assessment of records it was found that for clinical purposes the latter is sufficiently reliable. For clinical diagnosis it is proposed to stimulate with the small and the large area each at 60°/sec, pattern velocity.

Key words: Electronystagmography — Neuroophthalmology — Optokinetic Nystagmus — Small Area of Moving Stimulus.

* Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (SFB 70, Hirnforschung und Sinnesphysiologie).

** Wesentliche Teile dieser Arbeit entstammen der Doktorarbeit von B. Kolb (med. Diss. Freiburg, 1971).

Zusammenfassung: An 40 Patienten mit Läsionen der Großhirnhemisphären oder des Hirnstammes wurde die klinisch-diagnostische Verlässlichkeit einer neuen Provokationsmethode zur Verdeutlichung optokinetischer Seitendifferenzen überprüft. Dabei wurde im Gegensatz zu der gebräuchlichen Untersuchung mit großflächigem, fast das ganze Gesichtsfeld füllendem Bewegungsreiz ($140 \times 100^\circ$) ein kleines Reizmusterfeld ($30 \times 20^\circ$) benutzt.

Der Vergleich der Meßdaten aus elektronystagmographischen Registrierungen des horizontalen optokinetischen Nystagmus (OKN) bei beiden Reizfeldgrößen und verschiedenen Reizmuster Geschwindigkeiten ergab folgende statistisch gesicherten Ergebnisse:

1. Die Normgrenzen bei Untersuchung mit kleinem Reizfeld liegen bei Reizmuster Geschwindigkeiten bis $100^\circ/\text{sec}$ mit 34% Seitendifferenz der mittleren Gesamtamplitude der langsamen Phasen des rascheren OKN höher als bei Untersuchung mit dem großen Reizmusterfeld (17%).

2. Dennoch werden pathologische Seitendifferenzen des optokinetischen Nystagmus durch Reizung mit kleinem Feld signifikant deutlicher und sind z.T. nur dabei nachweisbar.

3. Der diagnostische Gewinn gegenüber Untersuchung vor großem Feld ist bei einer mittleren Reizmuster Geschwindigkeit von $60^\circ/\text{sec}$ am deutlichsten. Er beträgt dann 45% .

4. Die Untersuchung mit kleinem Reizfeld ist besonders für das Erkennen leichter pathologischer Seitendifferenzen im Frühstadium oder bei Verlaufsuntersuchungen in der Restitutionsphase geeignet.

5. Bei Patienten mit willkürlichen oder unwillkürlichen Aufmerksamkeitsstörungen und Patienten mit allgemein vermindertem OKN ist jedoch die Untersuchung mit großem Reizmusterfeld überlegen.

6. Ein Vergleich der Ergebnisse der Sichtbeurteilung des OKN in den Ableitungen mit den Meßergebnissen (langsame Phasen des OKN) zeigt, daß erstere für die Bewertung pathologischer Seitendifferenzen ausreichend zuverlässig ist.

Für die klinische Diagnostik wird eine kombinierte Untersuchung des horizontalen OKN mit großem und kleinem Reizmusterfeld jeweils bei $60^\circ/\text{sec}$ Reizmuster Geschwindigkeit empfohlen.

Schlüsselwörter: Elektronystagmographie — Neuroophthalmologie — Optokinetischer Nystagmus — Kleines Reizmusterfeld.

Einleitung

Die Prüfung des horizontalen optokinetischen Nystagmus (OKN) mit der Handtrommel hat sich zur raschen Seitenbestimmung von Erkrankungen des Großhirns und des Hirnstammes in der Klinik bewährt. Elektronystagmographische Registrierungen (ENG) des OKN dienen der Objektivierung zur Verlaufskontrolle und ermöglichen genaue Messungen (Jung, 1953). In der klinischen Nystagmographie wurde in der Freiburger Neurologischen Klinik bisher als Standardreiz ein schwarz-weißes vertikales Streifenmuster verwandt, das über einen großen Gesichtsfeldausschnitt horizontal mit einer Winkelgeschwindigkeit von $60^\circ/\text{sec}$ bewegt wurde. Eine Provokation von leichten Seitendifferenzen des OKN konnte durch eine Steigerung der Reizmuster Geschwindigkeit erreicht werden

(Bogumil, 1968; Grüttner, 1939; Jung u. Kornhuber, 1964; Mackensen, 1954).

Grundlagen für eine noch trennschärfere Provokationsmethode wurden in quantitativen Untersuchungen über den Einfluß der Reizfeldgröße auf den horizontalen OKN Gesunder von Wolpert (1971) und Dichgans *et al.* (1973) erarbeitet. Es fand sich eine signifikante Verlangsamung der Winkelgeschwindigkeit des OKN bei Verkleinerung der Reizfeldbreite (nicht -höhe). Besonders für kleine Reizfeldbreiten zwischen 15 und 45° zeigte sich bei Ansteigen der Reizmustergeschwindigkeit ein früheres Zurückbleiben der Geschwindigkeit der Augenfolgebewegungen gegenüber dem Reiz und eine markante Einengung des Übergangsbereiches zwischen reizadäquatem OKN und Zerfall des OKN. Eine Einschränkung der vertikalen Ausdehnung des Reizfeldes bis auf 2° Höhe hatte bei horizontaler Reizmusterbewegung keinen Einfluß auf den Geschwindigkeitsgang des OKN. Nach den Ergebnissen von Wolpert konnten die Reizmustergeschwindigkeiten 60–100°/sec als wahrscheinlich trennschärfste für die klinische Diagnostik vorgeschlagen werden.

Erste Beobachtungen einer Verbesserung der diagnostischen Ausbeute durch Untersuchungen des OKN mit kleinem Reizfeld bei Kranken wurden von Cords u. Nolzen (1928) mitgeteilt. Einer Anwendung für die klinische Diagnostik wurde aber nicht weiter nachgegangen. In dieser Arbeit soll daher die klinisch-diagnostische Wertigkeit der Untersuchung mit kleinem und großem Reizmusterfeld in quantitativen Vergleichsuntersuchungen von OKN-Seitendifferenzen (SD) an Patienten geprüft werden. Außerdem werden die Ergebnisse einer Sichtbeurteilung der OKN-SD durch geübte Auswerter an den Meßdaten der registrierten Augenbewegungen validiert.

Methodik

Der horizontale OKN wurde nach der von Jung (1953) angegebenen und von Wolpert (1971) modifizierten Methode ausgelöst und aufgezeichnet. Dabei saß der Patient jeweils im Mittelpunkt eines halbzyllindrischen Schirmes, auf den ein schwarz-weißes vertikales Streifenmuster von 7,5° Balkenbreite mit Hilfe eines um eine Lichtquelle rotierenden Balkenzylinders projiziert wurde, der unmittelbar über dem Kopf der Versuchsperson angebracht war. Die Leuchtdichte der schwarzen Streifen betrug 0,527 asb, die der hellen 2,605 asb. Die Ausdehnung der Projektionsfelder der beiden Reizmuster wurde durch variable Blenden bestimmt. Das große Reizmusterfeld (GRF) hatte eine Ausdehnung von 140 Winkelgrad horizontal und 100° vertikal. Das kleine Feld (KRF) maß 30° horizontal und 20° vertikal. Die Reizmustergeschwindigkeiten betrugen 20, 40, 60, 80 oder 100°/sec. Es wurden jeweils mindestens 10 sec OKN pro Reizfeldbedingung und Reizmustergeschwindigkeit abgeleitet.

Zunächst adaptierte der Patient für 10 min vor unbewegtem Reizmuster. Als Standardzeichnung der Augenbewegungen wurden die Potentialverschiebungen durch 15° Blicksprünge so verstärkt, daß auf dem Schreiber eine Auslenkung von

je 2 cm resultierte. Die Registrierung erfolgte mit einer Zeitkonstanten von 5 sec und einem Papiervorschub von 25 mm/sec.

Auswertung

Bei der Auswertung wurde

1. die *Gesamtamplitude* (= Summe der Einzelamplituden) *für den Links- und Rechts-OKN jeweils über 10 sec gemessen* und verglichen. Zur annähernden Ermittlung der durchschnittlichen Winkelgeschwindigkeit wurde die Gesamtdauer der raschen Nystagmusphasen mittels Normogramm (nach Robinson, 1964) ermittelt und von der 10 sec-Dauer des Meßintervalls abgezogen. Dies geschah nur, wenn es notwendig schien, statt der Vergleichswerte absolute Meßgrößen darzustellen. Die prozentualen OKN-Seitendifferenzen wurden im Gegensatz zu Bogumil (1968) nicht auf den Mittelwert zwischen Rechts- und Links-OKN bezogen, sondern entsprechend den physiologischen Verhältnissen der reizadäquateren OKN mit den „steileren“ langsamen Phasen als Bezugsgröße gewählt;

2. wurde die *Winkelgeschwindigkeit* (Steilheit) der *langsamen Phasen des OKN bei Betrachtung der Kurven vergleichend beurteilt*. Die Sichtbeurteilung wurde von vier in der klinischen Auswertung von Elektronystagmogrammen (ENG) geübten Ärzten durchgeführt. Es wurden ihnen 8 sec-Ausschnitte aus den einander jeweils entsprechenden Registrierungen des Rechts- und Links-OKN vorgelegt, wobei die Reihenfolge für beide Reizfeldgrößen und die Reizmuster Geschwindigkeiten 60 und 100°/sec permutiert wurden. Jedem Beurteiler wurden die Registrierungen von den 40 Patienten, deren Meßdaten vorher ermittelt wurden, zweimal vorgelegt. Insgesamt waren also 320 vergleichende Beurteilungen vorzunehmen.

Die jeweiligen Reizparameter wurden dem Auswerter nicht mitgeteilt. Beurteilungskriterium war primär die Anstiegssteilheit der langsamen Nystagmusphasen und nur in zweiter Linie die Intensität (Frequenz \times Amplitude) und Regelmäßigkeit des Nystagmus (Unregelmäßigkeiten bei Aufmerksamkeitsschwankungen als frühes Zerfallszeichen des OKN). Zur Beurteilung der Kurvenpaare wurden sieben Antwortkategorien vorgegeben: schwere, mittelschwere, leichte relative Verminderung des OKN nach rechts ($R_3 - R_1$); Seitengleichheit; schwere, mittelschwere, leichte Verminderung des OKN nach links ($L_3 - L_1$).

Patientengut

Die Auswahl der 40 dieser Arbeit zugrundeliegenden Patienten erfolgte nach folgenden Kriterien: Von 266 Kranken, deren OKN während 3 Monaten im ENG-Labor registriert wurde, zeigten bei klinischer Beurteilung 110 fragliche bis deutliche Seitendifferenzen des horizontalen

OKN bei Untersuchung mit großem und/oder kleinem Reizfeld. Von diesen konnten nur 60 mit dem aufwendigeren Reizprogramm exploriert werden. Für diese Studie mußten dann weitere 20 Kranke aus folgenden Gründen ausgesondert werden:

1. wechselnde Richtung der Seitendifferenz ($n = 9$);
2. mangelnde Aufmerksamkeit ($n = 3$);
3. früher Zerfall des OKN in beiden Richtungen (schon bei etwa $50^\circ/\text{sec}$, $n = 5$);
4. völliger Ausfall des OKN nach einer Seite schon bei großem Reizfeldmuster und mittlerer Reizmustergeschwindigkeit ($n = 3$).

Die verbleibenden 40 Patienten litten an Erkrankungen des Großhirns ($n = 9$), des Hirnstammes und/oder des Kleinhirns ($n = 28$) und an peripheren Labyrinthschädigungen ($n = 3$).

Normgruppe

Zum Vergleich mit den Ergebnissen bei Patienten wurde eine Normgruppe von 20 Gesunden (je 10 männlich und weiblich) im Alter zwischen 20 und 35 Jahren untersucht.

Ergebnisse

Die Normgrenzen für OKN-Seitendifferenzen

Die Normgrenzen für OKN-SD, wie sie unter den gegebenen Reizbedingungen bei Gesunden auftreten, wurden bei 20 Versuchspersonen bestimmt. Dabei wurde bei allen zunächst bei geschlossenen Augen auf *Spontannystagmus* (SpNy) untersucht, da eine gleichsinnige Bahnung des OKN durch diesen bekannt ist (Jung u. Mittermaier, 1939; Kornhuber, 1966; Ter Braak, 1936). 8 von 20 Versuchspersonen zeigten einen SpNy von $0,5-1,5/\text{sec}$, dessen Winkelgeschwindigkeit der langsamen Phasen, auch nach Aktivierung durch Konzentrationsaufgaben in keinem Fall mehr als $5^\circ/\text{sec}$ betrug. Ein relativ hoher Prozentsatz von SpNy niedriger Winkelgeschwindigkeit bei klinisch Gesunden wurde auch von Adams u. Staewen (1959), Bergstedt (1961), Bos *et al.* (1963) und Coats (1968, 1969) gefunden. Coats (1969) hält nur Spontannystagmus von mehr als $10^\circ/\text{sec}$ für pathologisch verwertbar. Eine Bahnung bzw. Hemmung des horizontalen OKN durch SpNy konnte in unserer Normgruppe nicht nachgewiesen werden. Danach konnten die Probanden mit leichtem Spontannystagmus in die Normgruppe einbezogen werden.

Die Meßwerte prozentualer OKN-SD für die Normgruppe sind in Tab. 1 dargestellt. Als *Normbereich* wurde jener Bereich definiert, in dem 95% der OKN-SD bei Gesunden liegen. Die Tabelle zeigt, daß

1. die Normgrenzen bei Reizung mit kleinem Feld (KRF) weiter sind als bei Reizung mit großem Reizmusterfeld (GRF) und

2. daß sie bei beiden Reizfeldbedingungen mit Anstieg der Reizmuster-
 geschwindigkeiten zunehmen.

Tabelle 1. 95%-Normbereich prozentualer OKN-Seitendifferenzen bei Variation
 der Reizfelddimension und Reizmuster-
 geschwindigkeit

	Reizmuster- geschwindigkeit		
	20°/sec	60°/sec	100°/sec
Kleines Reizmusterfeld	11% OKN-SD	22% OKN-SD	34% OKN-SD
Großes Reizmusterfeld	12% OKN-SD	15% OKN-SD	17% OKN-SD

Ein Vergleich der einzelnen Meßdaten hat gezeigt, daß die Richtung der Seitendifferenz für beide Reizarten in 65% übereinstimmt, und wenn sie differiert, dann sind OKN-SD für KRF und GRF besonders gering.

*Meßdaten der OKN-Seitendifferenzen bei Patienten mit Läsionen
 des Großhirns oder des Hirnstammes*

Die Meßwerte für die prozentuale Seitendifferenz des horizontalen optokinetischen Nystagmus bei den 40 Patienten sind in Abb.1 und 2 dargestellt. Abb.1 zeigt, daß die OKN-SD im Mittel um so deutlicher werden (Rechtsverschiebung auf der Abszisse), je höher die Reizmuster-
 geschwindigkeit ist. Der deutliche Provokationseffekt des kleinen Reiz-
 musterfeldes ist vor allem bei den höheren Reizmuster-
 geschwindigkeiten evident. Abb.2 zeigt den diagnostischen Gewinn bei Untersuchung mit
 kleinem Reizmusterfeld noch klarer: Die prozentualen OKN-SD sind
 signifikant größer ($P\ 2\alpha \leq 0.01$ für 20°/sec im Wilcoxon-Test, ≤ 0.001
 für 60 und 100°/sec im Sign-Test).

Der *diagnostische Gewinn* durch Untersuchung mit dem kleinen Reiz-
 feld (d.h., der Anteil der Patienten, deren pathologische OKN-SD erst
 mit Hilfe dieser Methode sichtbar gemacht werden kann) ist bei der Reiz-
 muster-
 geschwindigkeit 60°/sec am größten (+45%). Es fanden sich
 88% pathologisch verwertbare Befunde bei Untersuchung mit kleinem
 Reizmusterfeld; dagegen nur 43% bei Untersuchung mit großem Reiz-
 musterfeld. — Lediglich 12% pathologische Befunde entgingen der
 Untersuchung mit kleinem Reizmusterfeld und 60°/sec und wurden erst
 bei 100°/sec entdeckt. Demnach ist bei relativ leichten OKN-SD die
 Untersuchung mit kleinem Reizfeldmuster und einer Reizmuster-
 geschwindigkeit von 60°/sec in der Mehrzahl der Fälle für die Diagnostik aus-
 reichend und der Untersuchung mit großem Feld überlegen ($P\ 2\alpha \leq 0.001$).
 Bei 100°/sec ist der diagnostische Gewinn mit 18% immer noch deutlich,
 aber bei dem relativ kleinen Stichprobenumfang nicht mehr signifikant
 ($P\ 2\alpha \leq 0.1$). Bei 100°/sec ist auch die Untersuchung mit großem Reiz-

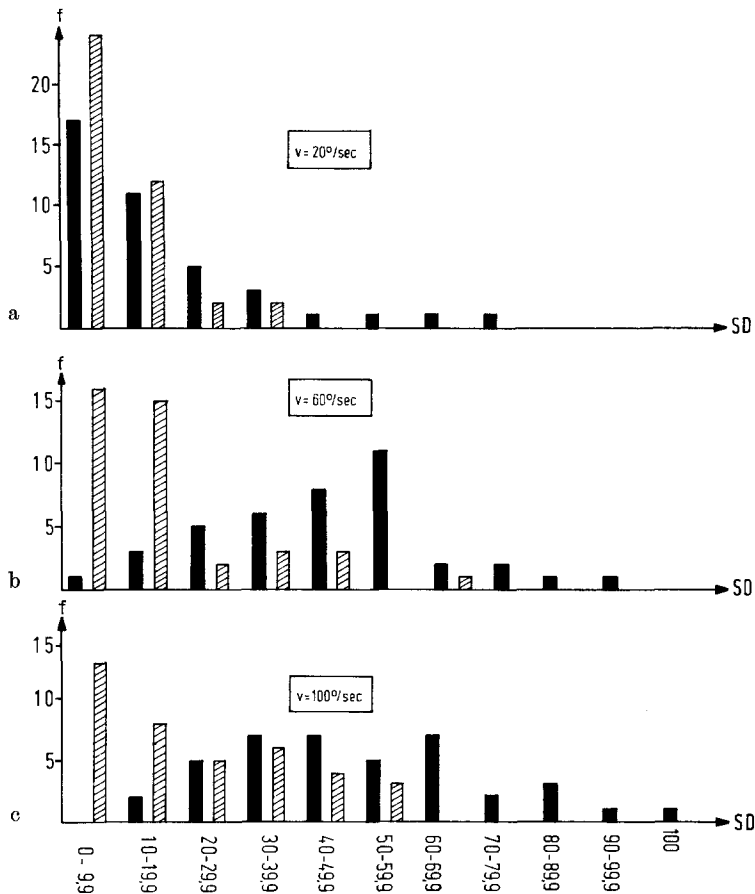


Abb. 1a—c. Meßwerte prozentualer optokinetischer Seitendifferenzen (OKN-SD) von 40 Patienten. Säulendiagramme der Häufigkeit (Ordinate) der prozentualen OKN-SD (Abszisse) für die Reizmustergerichwindigkeiten 20°/sec (a), 60°/sec (b) und 100°/sec (c) bei großem Reizmusterfeld (schraffiert) und kleinem Reizmusterfeld (schwarz). Klassenbreite 10% OKN-SD

musterfeld recht sicher in der Provokation pathologischer SD. Trotzdem wurden hierbei 13 Patienten nicht erfaßt, die sämtlich bei Provokation mit dem kleinen Reizfeld als pathologisch erkannt werden konnten (6× bei beiden Geschwindigkeiten, 7× nur bei einer von beiden). Bei 100°/sec und kleinem Feld hat schon der Gesunde Mühe, einen regelrechten OKN durchzuhalten, so daß besonders bei aufmerksamkeitsgestörten Patienten der OKN seitenwechselnd oder in beiden Richtungen vermindert sein kann, ohne daß dies bei der hohen Normgrenze für OKN-SD pathologisch zu verwerfen wäre. So zeigten 9 Patienten bei

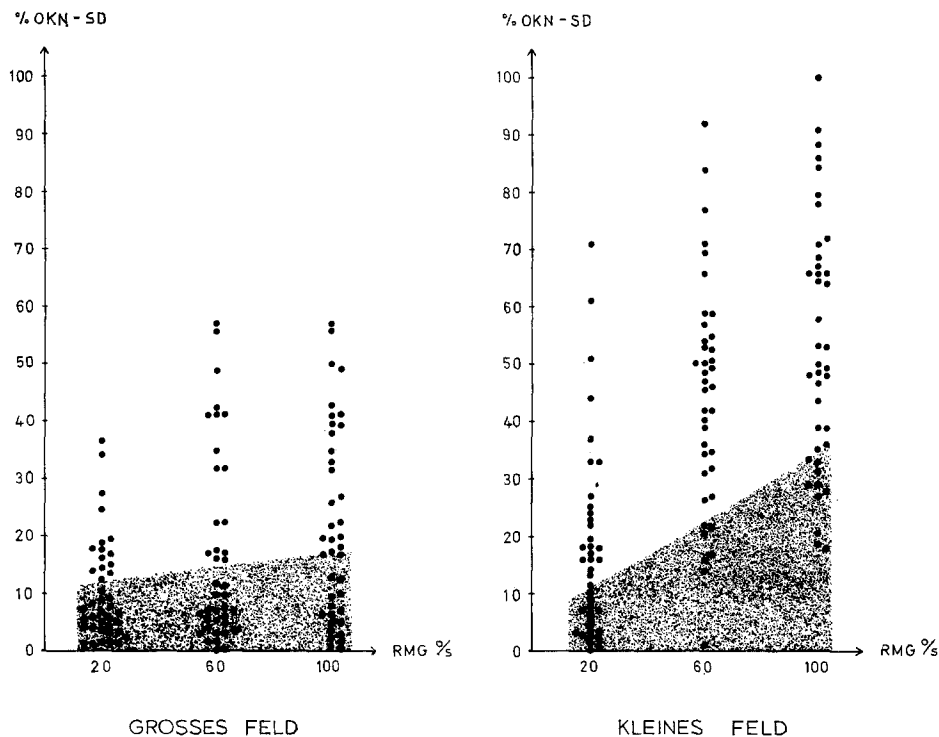


Abb. 2. Meßwerte prozentualer optokinetischer Seitendifferenzen (OKN-SD) von 40 Patienten in Beziehung zu den Normgrenzen. Jeder Punkt stellt den durchschnittlichen Meßwert der OKN-SD eines Patienten für die jeweilige Reizmuster-geschwindigkeit dar. Der Normbereich ist grau eingezeichnet

100°/sec keine die Normgrenzen überschreitende, dafür aber bei 60°/sec Reizmuster-geschwindigkeit eine eindeutig pathologische SD.

Seitendifferenzen, die nur bei kleinem Reizmusterfeld sichtbar wurden (13 Fälle), konnten als pathologisch gewertet werden, weil sie zum einen über der 95%-Normgrenze lagen und zum anderen bei mehrfacher Reizapplikation und verschiedenen Reizmuster-geschwindigkeiten konstant in gleicher Richtung nachweisbar waren. Mit Ausnahme eines Patienten mit Hirntumor stimmte hierbei der optokinetische Befund lokalisatorisch mit dem übrigen klinisch-neurologischen Befund überein.

Die Untersuchung mit kleinem Reizmusterfeld ist demnach bei leichten Störungen des OKN eine wertvolle Methode und stellt eine Bereicherung der neurologischen Diagnostik dar. Ihre Empfindlichkeit kann eindrucksvoll in Verlaufsuntersuchungen demonstriert werden (Abb. 3—5), bei denen leichte optokinetische Seitendifferenzen als Früh-

HP 33 J ♂ TUMOR FRONTO - TEMP - PARIETAL LI.

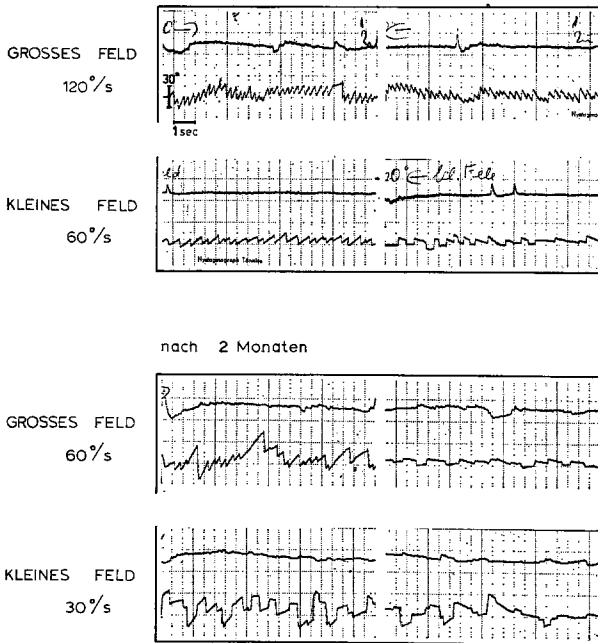


Abb.3. Früherkennung einer OKN-SD durch Provokation mit kleinem Reizfeld. Patientin mit Melanometastase frontotemporal links. Zunächst (obere Bildhälfte) nur sensomotorische Reizerscheinungen im rechten Mundwinkel und zentrale Facialisparese rechts, aber deutliche Verminderung des OKN nach rechts (beginnender Zerfall) *nur* bei Provokation mit kleinem Feld. 2 Monate später Hirndruck, Hemiparese rechts, Aphasie und nun auch bei Reizung mit großem Feld massive Seitendifferenz des OKN

symptom oder in der Restitutionsphase nur bei Untersuchung mit dem kleinen Reizmusterfeld sichtbar werden können. Wegen der starken Aufmerksamkeitsabhängigkeit des OKN, die sich vor allem vor kleinerem Reizmusterfeld bemerkbar macht, ist die Methode jedoch nicht in allen Fällen geeignet. Dann muß mit großem Reizmusterfeld mit bis zu 100°/sec ansteigenden Reizmustergereschwindigkeiten untersucht werden.

Der Einfluß eines Spontannystagmus

Wie bei der Normgruppe, so wurde auch bei den 40 Patienten auf Spontannystagmus untersucht. 19 Kranke zeigten einen SpNy, dessen Richtung im Gegensatz zur Normgruppe überwiegend (15 von 19) mit der Richtung des reizadäquateren, rascheren OKN übereinstimmte. In

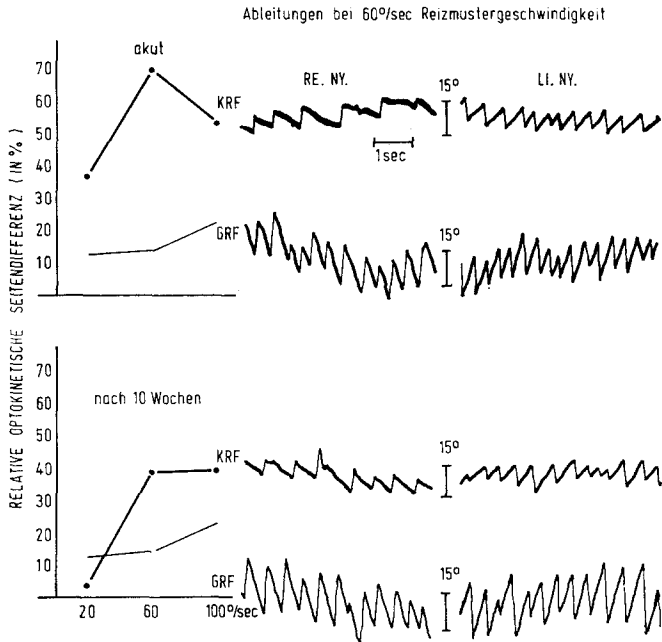


Abb.4. Verlaufskontrolle bei vertebro-basilarer Insuffizienz. Im akuten Stadium (Schwindel, Erbrechen, Ohrensausen, Doppelbilder, Koordinationsstörungen) deutliche Minderung des OKN nach rechts nur bei kleinem Reizmusterfeld (KRF 60°/sec), die nach klinischer Remission nicht mehr so deutlich ist. Die linke Bildhälfte zeigt die Meßdaten für alle 3 Reizmustergerwindigkeiten

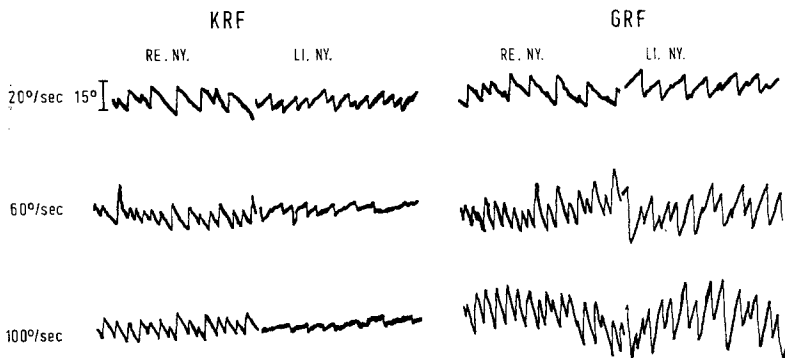


Abb.5. Zustand nach flüchtigem Insult im Bereich der rechten A. cerebri media. Bei der Ableitung war der Befund bis auf die OKN-SD wieder normal. Die latente Parese links hatte sich bereits zurückgebildet

allen Fällen betrug die mittlere Winkelgeschwindigkeit der langsamen Phasen dieses durch Konzentrationsaufgaben aktivierten SpNy weniger als $15^\circ/\text{sec}$, meist weniger als $10^\circ/\text{sec}$. Für Einzelfälle ist anzunehmen, daß die OKN-SD durch die vestibuläre Tonusdifferenz beeinflußt wurde, was bei starken SpNy bekanntlich vorkommt (Jung, 1947; Jung u. Mittermaier, 1939). Insgesamt aber war die pathologische OKN-SD bei Patienten mit SpNy nicht größer als bei solchen, die keinen SpNy hatten. Das Ausmaß der relativen Zunahme der prozentualen SD bei kleinem Reizmusterfeld hing statistisch nicht vom SpNy ab.

*Die Zuverlässigkeit der Sichtbeurteilung der Registrierungen
des optokinetischen Nystagmus*

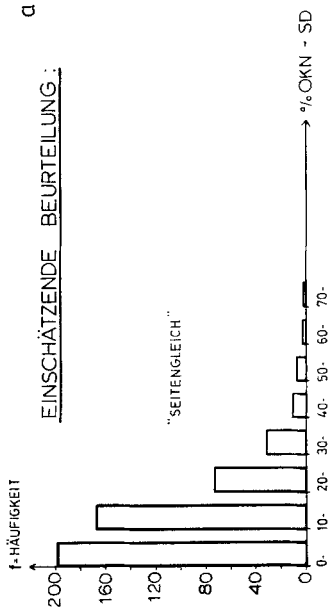
Eine gute diagnostische Methode sollte rasch und zuverlässig auswertbar sein. Daher wurden die Ergebnisse der Sichtbeurteilung der elektro-nystagmographischen OKN-Registrierungen durch 4 erfahrene Kliniker mit den aus den Kurven gewonnenen Meßdaten (Seitendifferenz der Geschwindigkeiten der Augenfolgebewegungen) verglichen (s. Methodik). Die klinische Beurteilung wurde also an den Meßdaten validiert. Es wurde geprüft, inwieweit die Urteile (seitengleicher OKN, leichte mittel-schwere und schwere Verminderung des OKN) mit den Meßwerten der Seitendifferenzen übereinstimmen, d.h., es wurden die Bereiche gemessener prozentualer SD ermittelt, die den 4 Schätzkategorien entsprechen. Abb. 6a und b zeigen die Ergebnisse graphisch.

Den Meßwerten in Abb. 6b (in 10%-Gruppen, Abszisse) sind die summierten Schätzwerte (Tab. 2) aller 4 Beurteiler aus 2 Durchgängen (Ordinate) gegenübergestellt. Der Umfang der Kategorien (seitengleicher OKN, leichte, mittlere und starke OKN-SD) wurde für die Abbildung, wie in Tab. 2 dargestellt, ermittelt. Die Abbildung zeigt, daß bei dieser feinen Graduierung die Schätzergebnisse relativ schlecht mit den Meßergebnissen übereinstimmen.

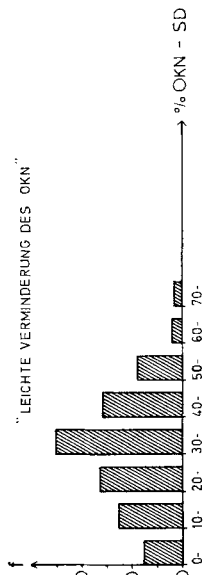
Es gibt erhebliche Bereichsüberlappungen. Damit ist eine Aufteilung in vier Kategorien für die Klinik ungeeignet, und es erscheint lediglich eine Bewertung mit den Kategorien „pathologisch“ und „normal“ angemessen. 95% der Urteile „seitengleich“ reichen bis zu gemessenen optokinetischen Seitendifferenzen von maximal 39%. Bei optokinetischen Seitendifferenzen von 40% und mehr beträgt die Sicherheit für das Schätzurteil pathologisch 93%. Der entsprechende Wert für OKN-SD von 30% und mehr liegt bei 81%. Pathologische optokinetische Seitendifferenzen können also durch klinisch einschätzende Beurteilung mit hoher Wahrscheinlichkeit diagnostiziert werden. Diese steigt noch, wenn der klinische Beurteiler, wie empfohlen, wiederholte Ableitungen des OKN bei beiden Reizfeldgrößen mit verschiedenen Reizmustergeschwindigkeiten und längere Kurvenabschnitte vor sich hat. Die aufgezeigte

EINSCHÄTZENDE BEURTEILUNG:

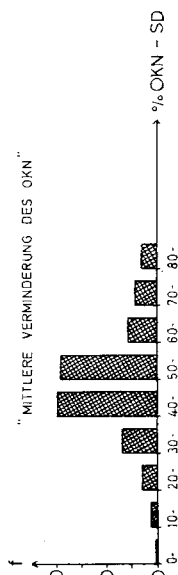
a b



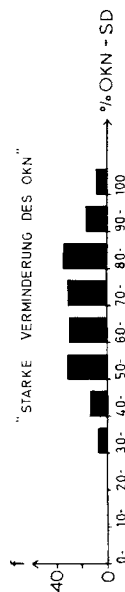
"SEITENGLEICH"



"LEICHTE VERMINDERUNG DES OKN"

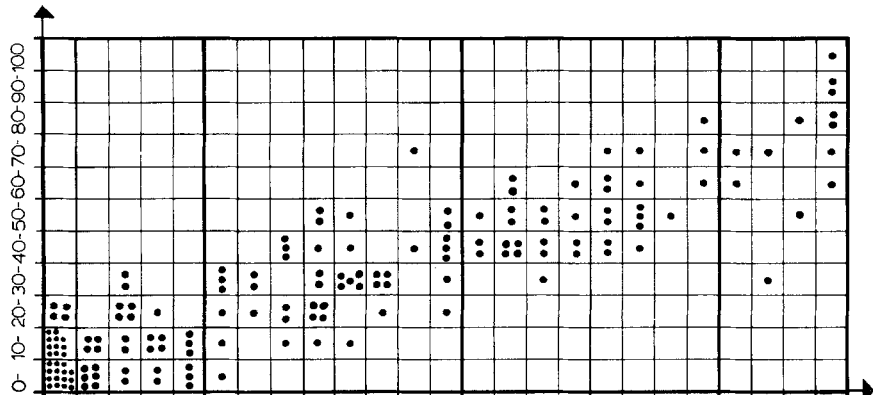


"MITTLERE VERMINDERUNG DES OKN"



"STARKE VERMINDERUNG DES OKN"

MESSWERTE



SCHÄTZWERTE

Abb. 6a und b.
Beziehung zwischen
Meßwerten und
Schätzwerten der
OKN-SD.

a Häufigkeiten der
einzelnen Schätz-
urteile in bezug zu
den Meßwerten.

b Mittlere Schätzwerte
und Antwort-
kategorien in bezug
zu den Meßwerten
(gemittelt aus je 2
Beurteilungen von
4 Auswertern)

Tabelle 2

Schätzurteil	1 Beurteiler	4 Beurteiler je 2 Schätzungen	Klassenbreite je Kategorie
Seitengleich	0	0	0—4
Leichte OKN-SD	1	8	5—12
Mittlere OKN-SD	2	16	13—20
Starke OKN-SD	3	24	21—24

Unschärfe der angewendeten Schätzmethode schränkt den so ermittelten diagnostischen Gewinn der Untersuchung mit kleinem Reizmusterfeld nicht wesentlich ein (Überlegenheit des KRF im Sign-Test $P\ 2\alpha \leq 0,001$).

Diskussion

Schon bei klinischen Untersuchungen am Krankenbett war bei Provokation des OKN mit der Handtrommel, die ja nur einen kleinen Gesichtsfeldbezirk stimuliert, aufgefallen, daß Seitendifferenzen häufig deutlicher wurden als bei Provokation mit großem Reizmusterfeld (Carmichael *et al.*, 1954; Cords u. Nolzen, 1928; Mackensen, 1954).

Die Ergebnisse unserer Untersuchung haben diese Beobachtung bestätigt und die OKN-Provokation mit kleinem Reizmusterfeld als besonders empfindliche Methode für den klinischen Gebrauch validiert. Die Methode ist besonders geeignet, leichte Seitendifferenzen aufzudecken, die mit dem großen Reizfeld nicht erfaßt werden. Sie ist ungeeignet für sehr schwere, insbesondere beidseitige Störungen der horizontalen Optokinetik und bei Aufmerksamkeitsstörungen¹. Bei allgemein vermindertem OKN und Aufmerksamkeitsstörung muß entweder mit sehr niedrigen Reizmustergeschwindigkeiten, oder besser, mit größerem Reizmusterfeld untersucht werden. Es ließen sich für jeden Patienten die individuell angepaßten optimalen Reizparameter ermitteln. Für die Klinik aber muß man mit einem möglichst einfachen Routinetest auskommen. *Für die klinische Diagnostik scheint eine Provokation des OKN mit kleinem und großem Reizfeld bei je 60°/sec Reizmustergeschwindigkeit ausreichend.*

Es scheint, daß OKN-SD leichter sichtbar gemacht werden können, wenn man die komplizierte sensomotorische optokinetische Funktion an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit beansprucht. Der kritische Bereich ist der Geschwindigkeitsbereich, in dem die Geschwindigkeit der lang-

¹ Es ist bekannt, daß selektive, auf den Bewegungsreiz gerichtete Aufmerksamkeit den optokinetischen Nystagmus bahnt (Cords u. Nolzen, 1928; Körner u. Dichgans, 1967; Dichgans u. Jung, 1969; Dichgans *et al.*, 1973) und daß besonders bei kleinem Reizmusterfeld hohe Aufmerksamkeit erforderlich ist (Mackensen, 1953).

samen Phasen des OKN hinter der des Reizes zurückbleibt, der OKN aber noch nicht zerfällt. Dieser Bereich ist bei Provokation des OKN mit kleinem Reizmusterfeld wesentlich enger als bei großem Reizmusterfeld (Wolpert, 1971; Dichgans *et al.*, 1973).

Eine befriedigende neurophysiologische Erklärung für das Zustandekommen des Effektes kleiner Reizfeldbreiten auf den Geschwindigkeitsgang des OKN ist z.Z. nicht möglich. Der Effekt ist bei gesunden, normal-sichtigen Personen prinzipiell gleichartig nachweisbar wie bei den Patienten. Sensorische Anomalien konstituieren ihn also nicht.

Die von Wolpert (1971) aufgestellte Hypothese beinhaltet, daß die periphere Retina und nachgeschaltete zentrale Strukturen besondere Bedeutung für die sensomotorische Verarbeitung von Bewegungsreizen höherer Reizmustergeschwindigkeit habe. Diese reizvolle Erklärungsmöglichkeit konnte bisher allerdings psychophysisch oder neurophysiologisch noch nicht sicher bewiesen werden.

Literatur

- Adams, A., Staewen, C.: Das Elektronystagmogramm (ENG) bei Krankheiten des Zentralnervensystems und Hirntraumen. *Dtsch. Z. Nervenheilk.* **178**, 614—638 (1959)
- Bergstedt, M.: Studies of positional nystagmus in the human centrifuge. *Acta otolaryng.* (Stockh.) Suppl. 165 (1961)
- Bogumil, E.: Der horizontale optokinetische Nystagmus bei Kranken mit einseitigen Großhirnläsionen in Abhängigkeit von steigenden Reizmustergeschwindigkeiten. *Med. Diss.*, Freiburg i. Br. 1968
- Bos, J. H., Oosterveld, W. J., Philipzoon, A. J., Wozza, J., Zelig, S.: On pathological spontaneous and positional nystagmus. *Pract. oto-rhino-laryng.* (Basel) **25**, 282—294 (1963)
- Carmichael, E. A., Dix, M. R., Hallpike, C. S.: Lesions of the cerebral hemispheres and their effects upon optokinetic and caloric nystagmus. *Brain* **77**, 345—372 (1954)
- Coats, A. C.: Central and peripheral optokinetic asymmetry. *Ann. Otol.* (St. Louis) **77**, 938—948 (1968)
- Coats, A. C.: The diagnostic significance of spontaneous nystagmus as observed in electronystagmographic examinations. *Acta oto-laryng.* (Stockh.) **67**, 33—42 (1969)
- Cords, R., Nolzen, L.: Weitere Untersuchungen über den optokinetischen (optomotorischen) Nystagmus. *Albrecht v. Graefes Arch. Ophthal.* **120**, 606 (1928)
- Dichgans, J., Jung, R.: Attention, eye movements and motion detection: Facilitation and selection in optokinetic nystagmus and railway nystagmus. In: C. R. Evans and T. B. Mullholland, Eds.: *Attention in Neurophysiology*, pp. 348—375. London: Butterworth Co. 1969
- Dichgans, J., Nauck, B., Wolpert, E.: The influence of attention, vigilance and stimulus area on optokinetic and vestibular nystagmus and voluntary saccades. In: V. Zikmund, Ed.: *The oculomotor system and brain function*, pp. 281—294. London: Butterworth 1973
- Grüttner, R.: Experimentelle Untersuchungen über den optokinetischen Nystagmus. *Z. Sinnesphysiol.* **68**, 1—48 (1939)

- Jung, R.: Die Registrierung des postrotatorischen und optokinetischen Nystagmus und die optisch-vestibuläre Integration beim Menschen. *Acta oto-laryng.* (Stockh.) **36**, 199—202 (1947)
- Jung, R.: Nystagmographie: Zur Physiologie und Pathologie des optisch-vestibulären Systems beim Menschen. In: C. v. Bergmann, W. Frey, H. Schwegel, Hrsg.: *Handbuch der Inneren Medizin*, Bd. V/1, S. 1325—1379. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1953
- Jung, R., Kornhuber, H. H.: Results of electronystagmography in man: the value of optokinetic, vestibular and spontaneous nystagmus for neurologic diagnosis and research. In: Bender, Ed.: *The oculomotor system*, pp. 428—488. New York: Hoeber 1964
- Jung, R., Mittermaier, R.: Zur objektiven Registrierung und Analyse verschiedener Nystagmusformen: vestibulärer, optokinetischer und spontaner Nystagmus in ihren Wechselbeziehungen. *Arch. Ohr., Nas.- u. Kehlk.-Heilk.* **140**, 410—439 (1939)
- Körner, F., Dichgans, J.: Bewegungswahrnehmung, optokinetischer Nystagmus und retinale Bildwanderung. Der Einfluß visueller Aufmerksamkeit auf zwei Mechanismen des Bewegungssehens. *Albrecht v. Graefes Arch. Ophthal.* **147**, 34—48 (1967)
- Kornhuber, H. H.: Physiologie und Klinik des zentralvestibulären Systems. In: J. v. Berendes, R. Link u. F. Zöllner, Hrsg., *Kurz gefaßtes Handbuch der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde*, Bd. II., Teil 3, S. 2150—2351. Stuttgart: Thieme 1966
- Mackensen, G.: Untersuchungen zur Physiologie des optokinetischen Nystagmus. Über Möglichkeiten einer willkürlichen Beeinflussung des Nystagmus. *Klin. Mbl. Augenheilk.* **123**, 133—143 (1953)
- Mackensen, G.: Untersuchungen zur Physiologie des optokinetischen Nystagmus. Individuell bedingte quantitative Unterschiede im Ablauf des optokinetischen Nystagmus. *Albrecht v. Graefes Arch. Ophthal.* **155**, 284—313 (1954)
- Ter Braak, J. W. G.: Untersuchungen über optokinetischen Nystagmus. *Arch. néerl. Physiol.* **21**, 309—375 (1936)
- Wolpert, E. M.: Der Einfluß der peripheren Retina — Reizfeldgröße — auf den Geschwindigkeitsgang des optokinetischen Nystagmus. *Med. Diss.*, Freiburg i. Br. 1971

Dozent Dr. J. Dichgans
Neurologische Universitätsklinik
mit Abt. für Neurophysiologie
D-7800 Freiburg
Hansastraße 9
Bundesrepublik Deutschland