

Claudia Jandeck · Ulrich Kellner · Hannelore Kraus · Michael H. Foerster
Augenklinik, Universitätsklinikum Benjamin Franklin, Freie Universität Berlin

Elektrophysiologische Untersuchungen entsprechend den ISCEV-Standards bei Kindern unter 10 Jahren* **

Zusammenfassung

Das Ziel der Arbeit war die Analyse der Aussagefähigkeit elektrophysiologischer Diagnostik entsprechend den Standards der International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (ISCEV) bei Kindern unter 10 Jahren.

Patienten und Methoden: Bei 64 Kinder unter 10 Jahren wurden Elektroretinogramme ($n = 47$), visuell evozierte Potentiale ($n = 30$) oder ein Elektrookulogramm ($n = 1$) abgeleitet. 29 Kinder waren jünger als 6 Jahre und 17 Kinder jünger als 3 Jahre. 54 Kinder wurden zur Abklärung einer Sehstörung und 10 Kinder wegen familiär bekannter Netzhautdystrophien untersucht. Eine Sedation mit Chloralhydrat wurde in 7 Fällen durchgeführt.

Ergebnisse: Bei 40/64 Kindern (62 %) konnte aufgrund pathologischer elektrophysiologischer Befunde eine eindeutige Diagnose gestellt werden. In 29 Fällen war eine Netzhaut-/Aderhautdystrophie, in 11 Fällen eine Störung der Sehbahn Ursache der Visusminderung. Bei 7/64 Kindern konnte der Verdacht auf eine Netzhautdystrophie nicht bestätigt werden. Insgesamt waren die elektrophysiologischen Ergebnisse daher bei 47/64 Kindern (73 %) diagnostisch entscheidend.

Schlussfolgerungen: Elektrophysiologische Untersuchungen entsprechend den Standards der ISCEV lassen sich bei Kindern unter 10 Jahren verlässlich durchführen. Bei gezielter Indikationsstellung nach ausführlicher kinderophthalmologischer Untersuchung sind elektrophysiologische Untersuchungen bei den meisten Kindern diagnostisch entscheidend.

Schlüsselwörter

Kinder · Elektroretinogramm · Visuell evozierte Potentiale · Netzhautdystrophie

Trotz ausführlicher ophthalmologischer Untersuchungen lassen sich bei einigen Kindern die Ursachen von Sehstörungen nicht eindeutig abklären. In diesen Fällen ist die Ableitung des Elektroretinogramms (ERG), der visuell evozierten Potentiale (VEP) und, selten, des Elektrookulogramms (EOG) zur funktionellen Untersuchung von Netzhaut und Sehbahn indiziert. Für diese Untersuchungen ist zumindest eine gewisse Kooperation des Kindes erforderlich. Während früher die Durchführung elektrophysiologischer Untersuchungen in Allgemeinanästhesie empfohlen wurde [16], ist man sich heute einig [1, 6, 7, 13], daß eine Allgemeinanästhesie wegen der Belastung des Kindes und der Beeinflussung der abzuleitenden Potentiale durch die Narkosemittel [5, 15] nicht sinnvoll ist.

Zur Qualitätssicherung und um die Ergebnisse elektrophysiologischer Untersuchungen in verschiedenen Labors untereinander vergleichbar zu machen, hat die International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (ISCEV) in den letzten Jahren für die klinische Ableitung von ERG, VEP und EOG Standards entwickelt [9, 11–13]. Insbesondere beim ERG besteht die Möglichkeit, unterschiedliche Elektroden zu verwenden: Kontaktlinsenelektroden, DTL-Elektroden und Hautelektroden. Kontaktlinsenelektroden haben den Vorteil, die besten Ableitbedingungen zu bieten,

erfordern andererseits die höchste Kooperation des Kindes. DTL-Elektroden (Dawson-Trick-Litzkow-, Fadenelektroden) bestehen aus einem Faden aus verdrehten, mit Silber beschichteten Kunststoffasern, der in den unteren Bindehautsack eingelegt wird [4]. Sie sind weniger belastend als Kontaktlinsenelektroden, die abgeleiteten Potentiale sind aber etwas niedriger als bei Kontaktlinsenelektroden. Hautelektroden sind am wenigsten belastend, die gemessenen Potentiale sind aber deutlich niedriger und stör anfälliger. Aufgrund der Höhe der abgeleiteten Potentiale und der geringen Störanfälligkeit werden im ISCEV-Standard Kontaktlinsenelektroden bevorzugt, aber auch DTL-Elektroden empfohlen, von Hautelektroden wird dagegen ausdrücklich abgeraten [13]. Für die Untersuchung von Kindern sind in den letzten Jahren verschiedene Elektroden vorgeschlagen worden [1, 6, 7].

Ziel dieser Studie ist es, die Aussagefähigkeit elektrophysiologischer Untersuchungen, durchgeführt entsprechend der ISCEV-Standards [9, 11–13], bei Kindern unter 10 Jahren zu analysieren.

Patienten und Methoden

Zwischen Dezember 1992 und August 1996 wurden bei 64 Kindern unter 10 Jahren (30 Jungen, 34 Mädchen)

* Vortrag gehalten auf der 94. Tagung der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft

** Diese Studie wurde partiell durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützt (Ke442/7-1)

Dr. C. Jandeck
Augenklinik, Universitätsklinikum
Benjamin Franklin, Freie Universität Berlin,
Hindenburgdamm 30, D-12200 Berlin

C. Jandek · U. Kellner · H. Kraus ·
M. H. Foerster

Electrophysiologic evaluation according to ISCEV standards in infants less than 10 years of age

Summary

Purpose: To analyze the value of electrophysiologic testing according to standards of the International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (ISCEV) in infants less than 10 years of age.

Patients and methods: In 64 infants less than 10 years, the results from of age electroretinograms ($n = 47$), visual evoked potentials ($n = 30$), or electro-oculograms ($n = 1$) were recorded. Twenty-nine infants were less than 6 years of age, and 17 infants were less than 3 years of age. Indications for examination were unexplained visual loss in 54 infants and familial hereditary retinal dystrophies in ten infants. Sedation with chloral hydrate was performed in seven children.

Results: In 40/64 infants (62%), the results of electrophysiologic examination were pathologic. In 29 infants visual loss was due to retinochoroidal dystrophies, and in 11 infants it was due to disturbances in the optic pathway. In 7/64, infants the suspected retinochoroidal dystrophy could be excluded. Therefore electrophysiologic testing was diagnostically accurate in 47/64 (73%) of cases.

Conclusion: Electrophysiologic testing according to ISCEV standards can be reliably performed in infants less than 10 years of age. When the indication for electrophysiologic testing is made following meticulous ophthalmologic examination, diagnostic accuracy is given in at least 73% of cases.

Key words

Infants · Electroretinography · Visual evoked potentials · Retinitis pigmentosa

elektrophysiologische Untersuchungen durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren 10 Säuglinge unter 6 Monate alt (Tabelle 1). Sechs weitere

Tabelle 1
Altersverteilung

< 6 Monate	10
6 Mon.–< 1 J.	2
1 J.–< 2 J.	3
2 J.–< 3 J.	1
3 J.–< 4 J.	0
4 J.–< 5 J.	4
5 J.–< 6 J.	9
6 J.–< 7 J.	7
7 J.–< 8 J.	6
8 J.–< 9 J.	5
9 J.–< 10 J.	17

Kinder waren zwischen 7 Monaten und 3 Jahren alt. Insgesamt 29 Kinder waren jünger als 6 Jahre.

Indikationen für die elektrophysiologischen Untersuchungen waren ungeklärte Visusminderungen ohne oder mit auffälligen Veränderungen der Netzhaut und/oder der Papille ($n = 44$) sowie fragliche, nicht sicher einzuschätzende Sehstörungen bei Kindern mit Mißbildungssyndromen ($n = 5$), nach Trauma ($n = 5$) sowie bei Kindern mit einer familiär bekannten Netzhautdystrophie ($n = 10$). Abhängig von Anamnese und klinischen Befund wurde ein VEP in 30 Fällen und ein ERG in 47 Fällen abgeleitet. Ein EOG wurde nur bei einem Kind abgeleitet. Bei 7/16 Kindern mit einem Alter bis zu 3 Jahren war aufgrund der schlechten Kooperation eine Untersuchung nur in Sedation mit Chloralhydrat möglich. Dabei wurde orales Chloralhydrat in einer Dosierung von 60–80 mg/kg Körpergewicht gegeben [14]. Eine Untersuchung in Narkose wurde nie durchgeführt.

Die Ableitung von VEP, ERG und EOG entsprach soweit wie möglich den Standards der ISCEV [9, 11–13]. Die Ableitung des VEP erfolgte mit dem Nicolet Spirit (Fa. Nicolet, Madison, USA). Die Reizung beim VEP erfolgte mit Schachbrettmusterwechsel ($n = 17$) oder Blitzen ($n = 13$) mit einer Mittelung von 128 Reizantworten je Ableitung. Beim Musterwechsel wurde ein Schach-

brettmuster in 3 verschiedenen Mustergrößen verwendet. In einzelnen Fällen wurde bei nachlassender Konzentration auf eine der Mustergrößen verzichtet. Blitzreize wurden eingesetzt bei Kindern mit schlechter Kooperation oder ohne eindeutige Fixation. Blitzreize erfolgten bei größeren Kindern entweder mit dem Nicolet Ganzfeld (Fa. Nicolet, Madison, USA) oder mit grünen Leuchtdioden des Retiport (Fa. Roland Consult, Brandenburg).

Die Ableitung des ERG erfolgte mit dem Nicolet Spirit (Fa. Nicolet, Madison, USA). Als Reizgerät wurde meistens das Nicolet Ganzfeld (Fa. Nicolet, Madison, USA) verwendet. Zur Ableitung wurde dabei meistens eine Kontaktlinselektrode (Einmal-ERG-Jet-Elektrode, Fa. Universo SA, La Chaux-de-Fonds, Schweiz) eingesetzt ($n = 28$), nur bei Kindern unter 6 Jahren wurde vorwiegend eine DTL-Elektrode verwendet ($n = 11$). Abhängig von der Kooperation wurden bei einigen Kindern nicht alle fünf Standardantworten (Stäbchenantwort, Stäbchen-/Zapfenantwort, oszillatorische Potentiale, Zapfenantwort, Flimmerlichtantwort) abgeleitet, sondern die Ableitung auf die Stäbchen-/Zapfenantwort, Zapfenantwort und Flimmerlichtantwort beschränkt. Bei ganz kleinen Kindern ($n = 8$) erfolgte eine Lichtreizung mit grünen Leuchtdioden des Retiport (Fa. Roland Consult, Brandenburg) und in einem Fall mit einem Mini-Ganzfeld (Fa. Roland Consult, Brandenburg). Zur Ableitung wurden DTL-Elektroden verwendet. Diese Untersuchungen fanden auf dem Schoß der Eltern statt.

Die Ableitung des EOG erfolgte nach der Methode von Behrens et al [2, 10]. Das Normalkollektiv ist bedingt durch die eingeschränkte Zumutbarkeit elektrophysiologischer Untersuchungen ohne Indikation bei gesunden Kindern begrenzt. Bei Kindern ab dem 5. Lebensjahr fanden wir bezüglich der Latenzen im VEP und der Amplituden und Gipfelzeiten im ERG keinen wesentlichen Unterschied im Vergleich zu Patienten zwischen dem 10. und 20. Lebensjahr, so daß diese älteren Patienten zur Beurteilung mit herangezogen wurden. Bei jüngeren Kindern lagen für die ersten beiden Lebenshalbjahre und für jedes weitere Jahr jeweils 2–4 Normalbefunde für VEP und ERG vor. Das

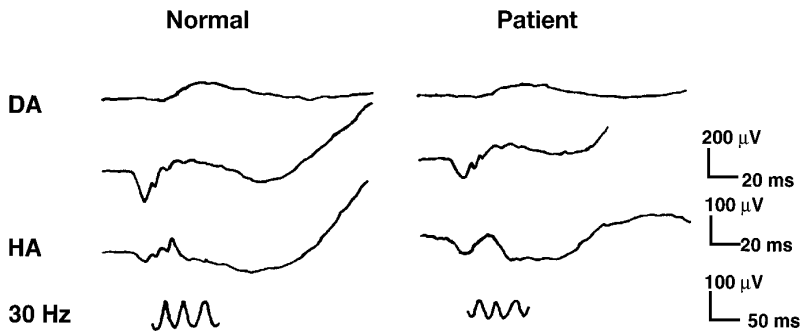


Abb. 1 ▲ Normales Elektroretinogramm bei einem gesunden 5jährigen Kind (links) und einem gleichaltrigen Kind mit Verdacht auf Netzhautdystrophie (rechts, Fall 1). Die Ableitung erfolgte jeweils mit einer DTL-Elektrode. Oben 2 Ableitungen bei Dunkeladaptation (DA), darunter helladaptierte Ableitungen (HA) mit Einzelblitz und 30-Hz-Flimmerlicht. Die Aufwärtsbewegungen zum Ende der Kurven entsprechen Blickartefakten

EOG wurde mit den Normalwerten für Erwachsene verglichen.

Ergebnisse

Die Altersverteilung der untersuchten Kinder (Tabelle 1) spiegelt den Diagnosezeitpunkt der verschiedenen Erkrankungen wider. Schwere angeborene Sehstörungen führten zu der Häufung von Untersuchungen im 1. Lebenshalbjahr. Weniger ausgeprägte Sehstörungen wurden bei der Einschulung oder in der Schule festgestellt, so daß die Untersuchungsfrequenz ab dem 5. Lebensjahr ansteigt. Die Häufung der Untersuchungen im 9. Lebensjahr war einerseits bedingt durch das Auftreten progredienter Netzhautdystrophien, darüberhinaus wurden in diesem Alter mehrere Kinder mit positiver Familienanamnese zur Abklärung vorgestellt.

Insgesamt fand sich bei 40/64 Kindern (62 %) ein pathologischer Befund im ERG, EOG und/oder VEP. Bei 24/64 Kindern war mit elektrophysiologischen Methoden keine Netzhaut- oder Sehbahnfunktionsstörung nachweisbar. Von 10 Kindern mit positiver familiärer Anamnese (Retinitis pigmentosa, Zapfendystrophie) hatten 5 ein reduziertes ERG. Bei den anderen 5 Kindern konnte die bekannte familiäre Netzhautdystrophie nicht nachgewiesen werden. Vier weitere Kinder mit Hörstörungen wurden mit Verdacht auf Usher-Syndrom vorgestellt. Bei 2 Kindern wurde dieser Verdacht durch ein reduziertes ERG bestätigt, bei den anderen beiden Kindern bestand keine Netzhautfunktionsstörung. Somit konnte bei 7 Kindern der Verdacht auf eine

Netzhautdystrophie durch das ERG nicht bestätigt werden. Insgesamt konnte daher basierend auf den elektrophysiologischen Untersuchungen bei 47/64 Kindern (73 %) eine Diagnose gestellt werden.

Bei 11/40 Kindern mit pathologischen Befunden in ERG, VEP oder EOG waren Sehbahnfunktionsstörungen die Ursache der Visusminderung. Die Sehbahnfunktionsstörungen waren bedingt durch Traumen, Tumoren, hereditäre Opikusatrophien und Mißbildungssyndrome. Netzhauterkrankungen lagen bei 29/40 Kinder der Visusminderung zugrunde. Davon hatten 8 Kinder eine Retinitis pigmentosa. Eine Leber-kongenitale Amaurose bestand bei 6 Kindern. Bei weiteren 6 Kindern wurden stationäre oder progrediente Zapfenfunktionsstörungen entdeckt. Andere hereditäre Netzhaut-Aderhauterkrankungen (M. Stargardt, x-chromosomale Retinoschisis, M. Best, Chorioideremie) fanden sich bei insgesamt 9 Kindern. Das EOG wurde bei einem Kind abgeleitet, um den Verdacht auf M. Best zu bestätigen.

Bei 24/64 Kindern ergaben VEP und/oder ERG einen regelrechten Befund. Bei 7/24 Kindern mit Verdacht auf Netzhautdystrophie wegen positiver Familienanamnese oder Hörstörungen konnte dieser Verdacht ausgeschlossen werden. Bei 8/24 Kindern mit fraglichen Sehstörungen bei Mißbildungssyndromen oder Zustand nach Trauma konnte elektrophysiologisch keine Funktionsstörung nachgewiesen werden. Bei einem ehemaligen Frühgeborenen mit klinisch sichtbarer Optikusatrophie war das Blitz-VEP normal. Bei den übrigen

8/24 Kindern bestand eine unklare Visusminderung. Davon konnte bei 3/8 Kindern im weiteren Verlauf ein deutlich besserer Visus erhoben werden, so daß in diesen Fällen die Seh-minderung durch mangelnde Kooperation bei der Erstuntersuchung bedingt war. Bei 2/8 Kindern war die Visuserhebung erschwert durch cerebrale Schäden außerhalb der Sehbahn. Bei den verbleibenden 3/8 Kindern konnte die Ursache der Visusminderung bisher nicht geklärt werden.

Fallbeispiele

Drei Fallbeispiele mögen die Einsatzmöglichkeiten der elektrophysiologischen Diagnostik illustrieren:

Fall 1: Bei einem 5jährigen türkischen Jungen mit relativ starker Hautpigmentierung bestand bei einer bisher nicht korrigierten Myopie von $-13,5$ dpt und einem Astigmatismus von 2 dpt ein Visus von 1/10 beidseits. Nach Brillenkorrektur stieg der Visus auf 0,2 an. Da aufgrund der Pigmentierung des Fundus der Verdacht auf eine Netzhautdystrophie bestand, wurde ein ERG abgeleitet (Abb. 1). Dies ergab einen normalen Befund, daher ist eine hereditäre Netzhautdystrophie als Ursache der Visusminderung unwahrscheinlich.

Fall 2: Bei einem jetzt 5jährigen Jungen war schon im Alter von einem Jahr ein schlechtes Sehvermögen bemerkt worden. Der Visus betrug bds. 0,3 (cc $-4,0$ dpt). Der Fundus erschien gräulich mit einer Pigmentepithelrarefizierung. Das ERG zeigte eine normale Amplitude bei Dunkeladaptation und reduzierte Potentiale bei Helladaptation und entsprach somit einer Zapfenfunktionsstörung (Abb. 2). Nach dieser Diagnose konnten die Sehbeschwerden des mütterlichen Großvaters ebenfalls auf eine wahrscheinlich stationäre und offenbar x-chromosomal vererbte Zapfenfunktionsstörung zurückgeführt werden.

Fall 3: Dieser 4jährige Junge hatte nach einem Sturz auf den Kopf eine Hörstörung. 4 Monate nach dem Sturz fiel ein vergrößerter Schädelumfang auf. Funduskopisch war beidseits eine ältere Stauungspapille zu sehen. Das CT zeigte mäßig erweiterte Ventrikel. Es bestand

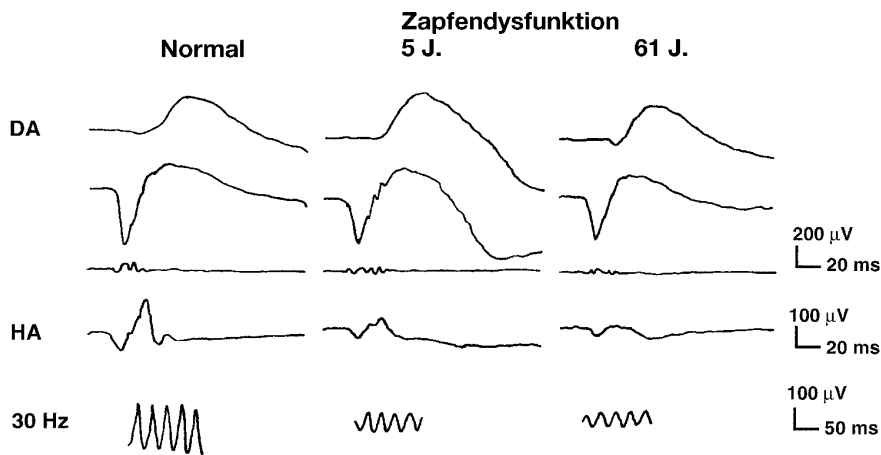


Abb. 2 ▲ Elektretinogramm bei einem gesunden 20jährigen Erwachsenen (*links*), einem 5jährigen Kind mit Zapfendysfunktion (*Mitte*, Fall 2) und dem 61jährigen mütterlichen Großvater des Kindes. Alle Ableitungen erfolgten mit Kontaktlinselektroden. Oben 3 Ableitungen bei Dunkeladaptation (DA): Stäbchenantwort, Stäbchen-/Zapfenantwort und oszillatorische Potentiale, die bei beiden Patienten normal sind. Darunter helladaptierte Ableitungen (HA) mit Einzelblitz und 30-Hz-Flimmerlicht, die bei den beiden Patienten eine Reduktion der Amplituden zeigen

jedoch kein Anhalt für einen akut erhöhten Hirndruck. Der Visus betrug auf dem rechten Auge 1/35 und auf dem linken Auge 0,4. Farben wurden beidseits nicht erkannt. Im Muster-VEP war nur am linken Auge beim größten Reizmuster eine Reizantwort mit stark verzögerter P₁₀₀-Latenz vorhanden (Abb. 3). Es wurde mit Verdacht auf einen chronisch erhöhten Hirndruck ein ventrikuloperitonealer Shunt gelegt. Postoperativ stieg der Visus auf 0,7 am linken Auge an. Der Visus am rechten Auge blieb unverändert 1/35.

Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, daß sich elektrophysiologische Untersuchungen entsprechend den ISCEV-Standards bei Kindern unter 10 Jahren gut durchführen lassen. Durch Ableitung von ERG, VEP oder EOG ließ sich bei den meisten Kindern (73%) eine eindeutige Diagnose stellen. Diese Zahl ist vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Studien [6]. Bei den übrigen 27% der Kinder waren die regelrechten Ergebnisse der elektrophysiologischen Untersuchungen zwar nicht differentialdiagnostisch entscheidend, aber in den meisten Fällen war der Ausschluß schwerwiegender Netzhaut- und/oder Sehbahnfunktionsstörung für die weitere Betreuung und Beratung von erheblicher Bedeutung. In diesem Zusammenhang ist es wichtig

darauf hinzuweisen, daß eine gezielte Indikationsstellung nach ausführlicher kinderophthalmologischer Untersuchung wesentlich für die hohe Frequenz der Diagnosestellung durch die elektrophysiologischen Untersuchungen ist. Ebenso wie bei Erwachsenen sollte bei Kindern eine elektrophysiologische Diagnostik erst nach detaillierter klinischer Untersuchung mit genauer Überprüfung der Refraktion erfolgen.

Bei kleinen Kindern wurden für das ERG und das Blitz-VEP als Lichtreiz grüne Leuchtdioden verwendet, die in 1 cm Abstand vor das Auge gehalten wurde. Diese grünen Leuchtdioden entsprechen wegen der Farbe des Lichtreizes und der nicht vollkommenen Ganz-

feld-Reizung nicht dem ISCEV-Standard [9, 13]. Vergleichende Ableitungen bei Erwachsenen haben jedoch gezeigt, daß mit diesen Leuchtdioden einem Ganzfeld-ERG vergleichbare Reizantworten ausgelöst werden können. Eine dem ISCEV-Standard entsprechende Blitzreizung ist durch das neu entwickelte Mini-Ganzfeld zu erwarten. Die Kugel des Mini-Ganzfelds mit 8 cm Durchmesser ist innen weiß und weißes Licht dient als Stimulus. Das Mini-Ganzfeld stand uns bisher nur für eine Untersuchung zur Verfügung. Vergleichende ERG-Messungen mit dem Mini-Ganzfeld und einem konventionellen Ganzfeld sind zur Beurteilung dieser Reizmethodik noch erforderlich und werden zur Zeit durchgeführt.

Ein ERG kann mit verschiedenen Elektroden abgeleitet werden. In unserer Erfahrung ist es bei Kindern ab 6 Jahren fast immer möglich, mit Kontaktlinselektroden ein ERG abzuleiten. Die Compliance dieser Kinder war bei ausführlicher Erklärung des Untersuchungsablaufs gut. Nur bei 2 Kindern älter als 6 Jahre wurde von einer Kontaktlinselektrode auf eine DTL-Elektrode gewechselt. Wir ziehen Kontaktlinselektroden vor, weil sie den besten Hornhautkontakt und damit die stabilsten Ableitungen mit den höchsten Amplituden gewährleisten. Darüber hinaus unterstützen sie die Lidöffnung während des Blitzreizes. Im Gegensatz zu den früher verwendeten Burian-Allen-Elektroden sind die von uns verwendeten kleineren und leichteren Jetelektroden weniger belastend [3, 8], eine Hornhautschädigung nach ERG-Ableitung

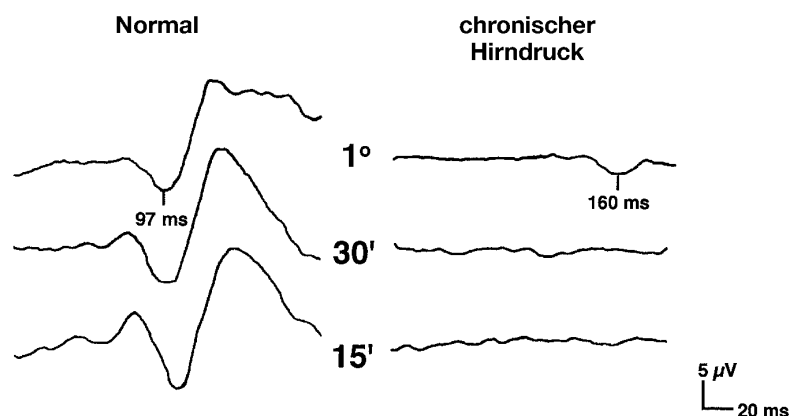


Abb. 3 ▲ Muster-VEP bei einem gesunden 6jährigen Kind (*links*) und einem 4-jährigen Jungen (*rechts*) mit chronischem Hirndruck. Bei dem erkrankten Kind findet sich nur noch bei größtem Reizmuster eine nachweisbare Reizantwort mit deutlich verlängerter Latenz der P₁₀₀-Komponente

haben wir in dieser Studie nicht beobachtet. Kontaktlinselektroden werden auch von anderen Elektrophysiologen mit langjähriger Erfahrung mit ERG-Ableitungen bei Kindern empfohlen [7, 13]. Die Erfahrung anderer Arbeitsgruppen [6] wie auch die vorliegende Studie zeigen, daß reproduzierbare ERG-Ableitungen bei Kindern auch mit DTL-Elektroden erreichbar sind. Bei allen Kindern, bei denen eine ERG-Ableitung mit Kontaktlinselektroden nicht möglich war, konnte diese mit DTL-Elektroden durchgeführt werden. Die Ableitung mit DTL-Elektroden erfordert allerdings viel Erfahrung mit dem Einsetzen dieser Elektroden, da diese störanfälliger sind als Kontaktlinselektroden [3, 4]. Abgesehen von einzelnen Kindern, die jeglicher Untersuchung ablehnend gegenüberstanden, war es entweder mit einer Kontaktlinselektrode oder einer DTL-Elektrode in allen Fällen möglich, ein ERG abzuleiten. Die Verwendung von Hautelektroden ist nach unserer Ansicht nicht erforderlich. Bei Ableitungen mit Hautelektroden sind die Amplituden der Reizantworten wesentlich niedriger als mit DTL- und Kontaktlinselektroden [3, 6]. Der Verzicht auf eine Sedierung bei Ableitung mit Hautelektroden [1] wäre in unserer Studie kein Vorteil gewesen. Bei den 7/16 Kindern unter 3 Jahren, bei denen ERG und VEP in Sedierung durch Gabe von oralem Chloralhydrat abgeleitet wurde, wurden in gleicher Sedierung weitere Untersuchungen wie Tonometrie, Skiaskopie und Fundusuntersuchung vorgenommen. Wegen der höheren Amplituden

und dem damit verbundenen besseren Signal-Rausch-Abstand ziehen wir daher eine Untersuchung mit DTL-Elektroden in Sedierung einer Ableitung mit Hautelektroden ohne Sedierung vor.

Fazit für die Praxis

Die zur Abklärung von Sehstörungen bei Kindern notwendigen elektrophysiologischen Untersuchungen erfordern eine gewisse Kooperation der kleinen Patienten. Die früher empfohlene Untersuchung in Allgemeinanästhesie wird heute wegen der Belastung des Kindes und der Beeinflussung der abzuleitenden Potentiale durch die Narkosemittel nicht mehr als sinnvoll angesehen.

Die von der International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (ISCEV) zur Qualitätssicherung elektrophysiologischer Untersuchungen entwickelten Standards lassen sich auch bei Patienten unter 10 Jahren gut durchführen, in der vorliegenden Studie ließ sich in bis zu 73 % der Fälle eine eindeutige Diagnose stellen.

Die gezielte Indikationsstellung nach ausführlicher kinderophthalmologischer Untersuchung mit genauer Überprüfung der Refraktion ist jedoch wesentlich für die hohe Frequenz der Diagnosestellung durch die elektrophysiologische Untersuchung.

Literatur

- Baier C, Krastel H, Schapp O, Alexandridis E (1996) **Hautelektroden-ERG bei unsedierten Kindern.** Ophthalmologe 93: 440–445
- Behrens F, Foerster MH, Petsch J, Weiß LR (1993) **A new apparatus measuring the clinical electrooculogram (DC-EOG) automatically.** German J Ophthalmol 2: 382
- Coupland SG (1991) **Electrodes for clinical electrophysiological testing.** In: Heckenlively JR, Arden GB (ed) Principles and practice of clinical electrophysiology of vision. Mosby, St. Louis, pp 177–182
- Dawson WW, Trick GL, Litzkow CA (1979) **Improved electrode for electroretinography.** Invest Ophthalmol Vis Sci 18: 988–991
- Declercq AC, Oei LT, Arnoldussen W, te Dorsthorst M (1985) **Alterations in transient visual-evoked potentials induced by clonazepam and sodium valproate.** Neuropsychobiology 14: 39–41
- Eckstein A, Eckstein S, Rütter K, Zrenner E (1994) **Elektroretinographische Untersuchung bei nicht-narkotisierten Kleinkindern.** Klin Monatsbl Augenheilkd 204: 105–110
- Fulton AB, Hartmann EE, Hansen RM (1989) **Electrophysiologic testing techniques for children.** Doc Ophthalmol 71: 341–354
- Gjötterberg M (1986) **Electrodes for electroretinography. A comparison of four different types.** Arch Ophthalmol 104: 569–570
- Harding GFA, Odom JV, Spileers W, Spekreijse H (1996) **Standard for visual evoked potentials 1995.** Vision Res 36: 3567–3572
- Kellner U, Bornfeld N, Foerster MH (1995) **Severe course of cutaneous melanoma associated paraneoplastic retinopathy.** Br J Ophthalmol 79: 746–752
- Marmor MF, Arden GB, Nilsson SEG, Zrenner E (1989) **Standard for clinical electroretinography.** Arch Ophthalmol 107: 816–819
- Marmor MF, Zrenner E (1993) **Standard for clinical electrooculography.** Arch Ophthalmol 111: 601–604
- Marmor MF, Zrenner E (1995) **Standard for clinical electroretinography (1994 update).** Doc Ophthalmol 89: 199–210
- Noske W, Papadopoulos G (1993) **Chloral hydrate for pediatric ophthalmologic examinations.** German J Ophthalmol 2: 189–193
- Raitta C, Karkunen U, Seppäläinen AM, Naukarinen M (1979) **Changes in the electroretinogram and visual evoked potentials during general anesthesia.** Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 211: 139–144
- Rufini M, Niemeyer G (1983) **Zur Bedeutung der Elektroretinographie in Narkose bei Kindern.** Klin Monatsbl Augenheilkd 180: 353–357