

» Klassifikation der intrakraniellen Blutungen des Frühgeborenen

K. H. Deeg¹, F. Staudt², L. v. Rohden³

¹Kinderklinik Bamberg, Bamberg

²Kinderklinik Dritter Orden, Passau

³Klinik II der Kinderheilkunde der Med. Akademie, Magdeburg

Zusammenfassung. Die gebräuchlichste Klassifikation der intrakraniellen Blutungen des Frühgeborenen in 4 Schweregrade geht auf CT-Untersuchungen zurück. Sie wird jedoch einigen pathophysiologischen und morphologischen Gegebenheiten nicht gerecht, so daß die pädiatrische Sektion der DEGUM eine verbesserte Klassifikation erarbeitet hat. Folgen der intrakraniellen Blutung wie der posthämorrhagische Hydrozephalus sind in der überarbeiteten Klassifikation nicht mehr enthalten. Die neue Klassifikation beinhaltet 3 Schweregrade: Grad I-Blutungen sind subependymale Blutungen, Grad II-Blutungen sind Ventrikeleinbruchsblutungen, die weniger als 50% des Ventrikellumens ausfüllen, Grad III-Blutungen nehmen mehr als 50% des Ventrikellumens ein. Echogenitätsvermehrungen im Parenchym (früher Blutung Grad IV), die einer hämorrhagischen Infarzierung entsprechen, werden als eigene Entität aufgeführt. Die morphologische Beschreibung enthält neben einer Seitenangabe die Lokalisation der hämorrhagischen Infarzierung und deren Größe. Echogenitätsvermehrungen mit einem Durchmesser unter 1 cm werden als klein, mit einem Durchmesser zwischen 1 und 2 cm als mittel und einem Durchmesser über 2 cm als groß beschrieben. Blutungen in Basalganglien, Kleinhirn und Stammhirn werden als eigene Entitäten beschrieben. Bei posthämorrhagischer Ventrikelerweiterung wird zwischen passagerer Ventrikelerweiterung und therapiepflichtigem Hydrozephalus unterschieden.

Schlüsselwörter: Sonographische Gradeinteilung – Hirnblutung – Frühgeborene – Hämorrhagische Infarzierung Hirnparenchym – Posthämorrhagische Ventrikelerweiterung

Classification of Intracranial Haemorrhage in Premature Infants. The most common classification of intracranial haemorrhage in premature infants into four degrees of severity is based on the results of CT-scans. However, this classification does not adequately account for some pathophysiological and morphological changes. For this reason, the paediatric section of DEGUM developed a new method of classification. This classification distinguishes more precisely between the bleeding itself and secondary changes, such as posthaemorrhagic ventricular dilation, which were excluded from the revised classification. The new system contains three levels: Grade I: subependymal haemorrhage, grade II: intraventricular haemorrhages taking up <50% of the ventricular volume, grade III: intraventricular haemorrhages of >50% of ventricular volume. Areas of increased echo levels within the brain tissue (formerly grade IV) which are caused by haemorrhagic infarction are now taken as a separate entity. The morphological description lists the side and the location of the haemorrhagic infarction as well as its size, which is classified into 'small' (≤ 1 cm in diameter), 'medium' ($1 \leq 2$ cm) and large (> 2 cm). Bleeding into the basal ganglia, cerebellum and brainstem are separate entities. In post-haemorrhagic ventricular dilation the distinction is made between self-limiting transient dilation and hydrocephalus requiring treatment.

Key words: Sonographic classification – Intracranial haemorrhage – Premature infants - Haemorrhagic brain infarction – Post-haemorrhagic hydrocephalus

Einleitung

Seit der Einführung der zerebralen Ultraschalldiagnostik Ende der 70er Jahre hat sich das Auflösungsvermögen der Sonographie durch den zunehmenden Einsatz hochfrequenter Schallköpfe (routinemäßig 7,5 und zukünftig ≥ 10 MHz) sowie computergestützten Bildaufbau und -analyse derart verbessert, daß die zerebrale Sonographie heute das bildgebende Verfahren der Wahl in der Neonatologie darstellt.

Die zur Zeit gebräuchlichste Klassifikation der Hirnblutungen des Frühgeborenen geht auf Lou Ann Papile zurück [5]. Sie begründet sich auf computertomographische Untersuchungen, die beim Frühgeborenen in den ersten Lebenswochen durchgeführt wurden [1,5]. Es werden folgende Schweregrade unterschieden:

- Grad I Blutungen sind subependymale Blutungen
- Grad II Blutungen sind Ventrikeleinbruchsblutungen ohne Ventrikelerweiterung
- Grad III Blutungen sind Ventrikeleinbruchsblutungen mit Ventrikelerweiterung
- Grad IV Blutungen sind Ventrikeleinbruchsblutungen mit Blutungen ins Hirnparenchym

Sonographische Gradeinteilung

Eine Graduierung der Hirnblutung, die sich auf die Sonographie als bildgebendes Verfahren stützt, wurde in den 80er Jahren von einer Vielzahl von Autoren vorgeschlagen [2–4, 6–12]. Diese sonographischen Graduierungen unterscheiden sich jedoch in einzelnen Punkten erheblich, so daß eine Koordination dieser Einteilungen überfällig war.

Folgende Gründe bewogen die pädiatrische Sektion der DEGUM, auf ihrer Jahrestagung in Magdeburg 1998 eine verbesserte Klassifikation vorzuschlagen:

1. Die Einteilung nach Papile geht auf CT-Untersuchungen zurück [5]. Routinemäßige Kontrolluntersuchungen in definierten Zeitabständen wurden aufgrund der Strahlenbelastung nicht durchgeführt.
2. Durch diese Vorgehensweisen konnten anatomische Veränderungen, die durch die Blutung selbst ausgelöst waren und pathophysiologische Veränderungen im Gefolge derselben, wie die posthämorrhagische Ventrikelvergrößerung oder die hämorrhagische Infarzierung des Hirnparenchyms, nicht voneinander abgegrenzt werden.
3. Eine wesentliche neue Erkenntnis ist zudem die Tatsache, daß es sich bei der Grad IV-Blutung nicht um eine Ausdehnung der intraventrikulären Blutung ins Parenchym, sondern um eine eigene Entität handelt [10–12].
4. Die alte Klassifikation enthält zudem keine Seiten- und Größenangabe bei hämorrhagischer Infarzierung des Hirnparenchyms.
5. Blutungen in die Basalganglien, ins Kleinhirn und in den Hirnstamm werden nicht differenziert.

Die verbesserte Klassifikation sollte folgende Änderungen beinhalten

1. Die Ventrikelvergrößerung sollte in der initialen Graduierung nicht erscheinen, da sie eine Folge der Blutung ist [10–12]. Sie entsteht durch Blutkoagel, die die liquorableitenden Wege blockieren, und/oder durch ein gestörtes Gleichgewicht zwischen Liquorproduktion und -resorption. Die Ventrikelvergrößerung tritt immer erst Tage oder Wochen nach der initialen Blutung auf [10–12]. Sie ist in jedem Fall abhängig vom Ausmaß der Blutmenge, die bei der initialen Blutung ins Ventrikelsystem gelangt ist. Die posthämorrhagische Ventrikelvergrößerung, die eine Folge der Blutung ist, sollte getrennt aufgeführt werden.
2. Die Graduierung der Blutung sollte nach der Blutmenge im Ventrikelsystem erfolgen. Die Einteilung sollte klarer zwischen intraventrikulärer Blutung und hämorrhagischer Infarzierung des Großhirns differenzieren. Die neue Einteilung sollte sich nur auf Blutungen in die germinale Matrix und ins Ventrikelsystem beschränken. Die Bezeichnung „Grad IV-Blutung“ ist mißverständlich und sollte entfallen. Die neue Klassifikation erfolgt in 3 Schweregrade: Grad I-Blutungen sind subependymale Blutungen (Abb. 1). Grad II-Blutungen sind kleine Ventrikelblutungen, die weniger als 50% des Ventrikellumens ausfüllen (Abb. 2). Grad III-Blutungen sind große Ventrikelblutungen, die mehr als 50% des Ventrikellumens ausfüllen (Abb. 3).
3. Echogenitätsvermehrungen im Hirnparenchym sowie Blutungen in andere Hirnregionen (Basalganglien, Kleinhirn und Hirnstamm) werden getrennt beschrieben und sind

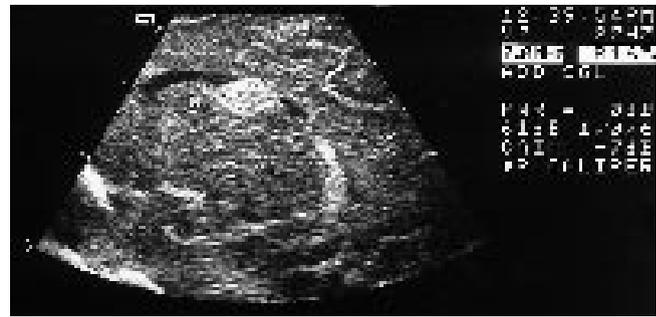


Abb. 1 Grad I-Blutung. Parasagittalschnitt durch den Seitenventrikel. Im Bereich der periventrikulären Keimlager stellt sich zwischen Nucleus caudatus-Kopf (N) und Thalamus (T) eine 1,1 cm Durchmesser messende Echogenitätsvermehrung dar, die sich ins Ventrikellumen hineinwölbt. Das Ependym des Ventrikels ist jedoch nicht durchbrochen, so daß die Blutung auf die subependymale Region beschränkt bleibt.



Abb. 2 Grad II-Blutung. Parasagittalschnitt durch den nicht erweiterten Seitenventrikel eines Frühgeborenen. Echogenitätsvermehrungen im Bereich des Seitenventrikelkorpus und Seitenventrikelhinterhorns. Die Blutkoagel füllen weniger als 50% des Ventrikellumens aus.

- nicht Inhalt dieser Klassifizierung. Sie werden als eigene Entitäten aufgeführt.
4. Echogenitätsvermehrungen im Hirnparenchym werden von der Graduierung der Blutung ausgenommen, da es sich in der Regel nicht um eine Ausdehnung der Ventrikelblutung ins Parenchym handelt [4, 8, 10–12]. Die Bezeichnung Grad IV-Blutung ist somit in der neuen Graduierung nicht mehr enthalten. Echogenitätsvermehrungen im Hirnparenchym sind durch eine hämorrhagische Infarzierung des Hirnparenchyms bedingt, die durch eine Blockade des venösen Abstroms aus den periventrikulären Keimlagern zustande kommt [10–12] (Abb. 4). Dem widerspricht nicht, daß hämorrhagische Parenchyminfarkte meist im Gefolge ausgehender Ventrikelblutungen auftreten [10–12]. So können Ventrikeltamponaden zur Kompression der Venen, die die periventrikuläre Region drainieren, und zur hämorrhagischen Infarzierung des Hirnparenchyms führen [10–12].

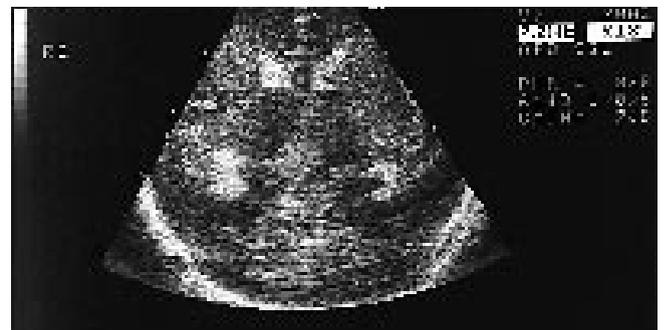
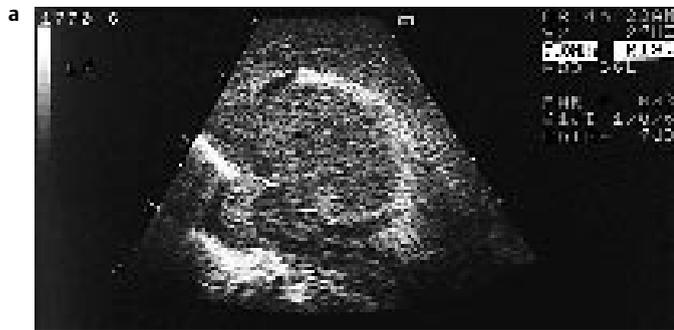


Abb. 3 a Parasagittalschnitt und b Koronarschnitt durch das Ventrikelsystem eines Frühgeborenen der 32. SSW. Das Ventrikelsystem ist nicht dilatiert. Die Blutkoagel füllen mehr als 50% des Ventrikellumens aus. Sowohl der Seitenventrikelkorpus als auch das Trigonum und das Hinterhorn sowie Teile des Temporalhorns sind mit echoge-

nem Material gefüllt. Obwohl ca. 80% des Ventrikellumens mit Blutkoageln gefüllt sind, findet sich am 3. Lebenstag noch keine Ventrikeldilatation. Im weiteren Verlauf entwickelte das Kind einen shuntpflichtigen posthämorrhagischen Hydrozephalus (siehe Abb. 5).

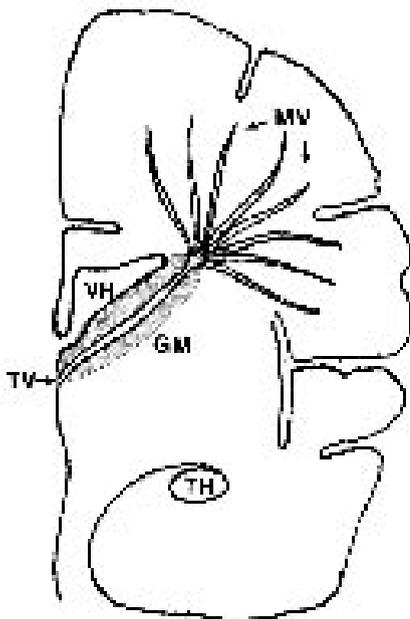


Abb. 4 Pathogenese der hämorrhagischen Infarzierung des Hirnparenchyms.

Abb. 4a Schematische Darstellung des Verlaufs der Vena terminalis (TV) durch die germinale Matrix. Blutkoagel im Vorderhorn (VH) des Seitenventrikels können die terminale Vene (TV) komprimieren und zu einer Abflußbehinderung aus den medullären Venen (MV) führen. Im weiteren Verlauf kann sich dann eine hämorrhagische Infarzierung des Hirnparenchyms entwickeln. TH = Temporalhorn (modifiziert nach Volpe [12]).

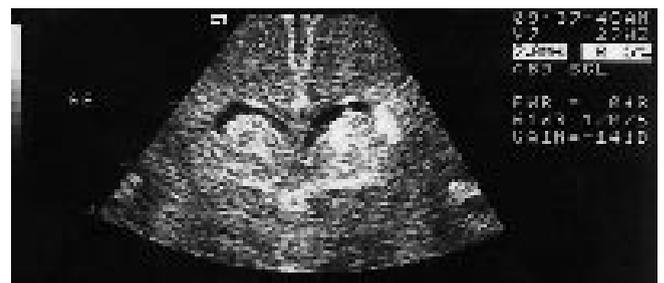


Abb. 4b Koronarschnitt durch die Seitenventrikel in Höhe der Foramina Monroi. Echogene Blutkoagel in beiden Seitenventrikelvorderhörnern. Echogenitätsvermehrung im Bereich der periventriculären Keimlager am Boden des Seitenventrikels sowie Echogenitätsvermehrung lateral des linken Seitenventrikels, die für eine beginnende hämorrhagische Infarzierung spricht.



Abb. 4c Farb-kodierte dopplersonographische Darstellung der Vena terminalis (VT) links, die durch die periventriculären Keimlager zieht und durch die Blutkoagel im Ventrikelsystem (Blutung Grad III) komprimiert wird.

Die Kompression der Vena terminalis, in die die medullären Venen drainieren (Abb. 4a), lässt sich sehr schön mit der farb-kodierten Dopplersonographie darstellen (Abb. 4b, Abb. 4c). Mit der gepulsten Dopplersonographie kann im Falle einer Kompression der Vena terminalis ein Anstieg der Flußgeschwindigkeit von 5 cm/s auf Werte über 30 cm/s gefunden werden (Abb. 4d). Für diese Tatsache spricht die Tatsache, daß hämorrhagische Infarzierungen meist erst nach dem 3. Lebenstag und im Gefolge schwerer Ventrikelrissblutungen (Grad III) auftreten [12]. Somit entfällt die Bezeichnung „Grad IV-Blutung“.

- Die verbesserte Klassifikation enthält bei hämorrhagischen Parenchyminfarkten eine Seitenangabe, eine Lokalisation der hämorrhagischen Infarzierung des Parenchyms (frontal/parietal/okzipital) sowie die Größe der Parenchymlutung in Zentimetern (Abb. 4e, Abb. 4f). Läsionen ≤ 1 cm werden als klein, Läsionen > 1 cm und ≤ 2 cm als mittel, Läsionen > 2 cm als groß bezeichnet.
- Ventrikelerweiterungen sind eine Folge schwerer Hirnblutungen und werden getrennt aufgeführt. Hierbei wird zwischen einer passageren Ventrikelerweiterung und einem



Abb. 4d Gepulste dopplersonographische Flußmessung in der Vena terminalis. Stark beschleunigte Blutströmung mit einer maximalen Flußgeschwindigkeit von 38 cm/s (Norm 5–10 cm/s). Die Flußbeschleunigung kommt durch Kompression des Gefäßes durch die intraventrikuläre Blutung zustande.

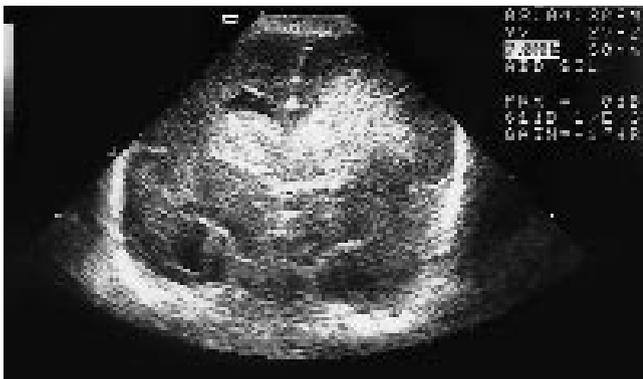


Abb. 4e Hämorrhagische Infarzierung des Hirnparenchyms parietal links. Darstellung einer keilförmigen Echogenitätsvermehrung oberhalb des mit echogenen Blutkoageln gefüllten Seitenventrikels.



Abb. 4f Hämorrhagische Infarzierung des Hirnparenchyms im Parasagittalschnitt durch den Seitenventrikel. Es zeigt sich eine große Echogenitätsvermehrung mit einem Längsdurchmesser von 3,8 cm, die sich vom Frontal- über den Parietal- bis hin in den Okzipitalbereich erstreckt.

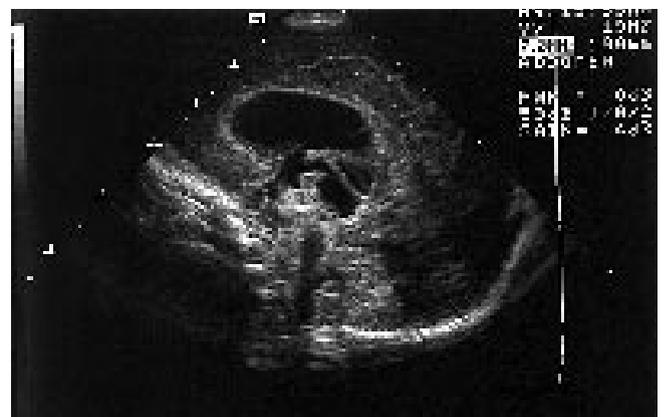
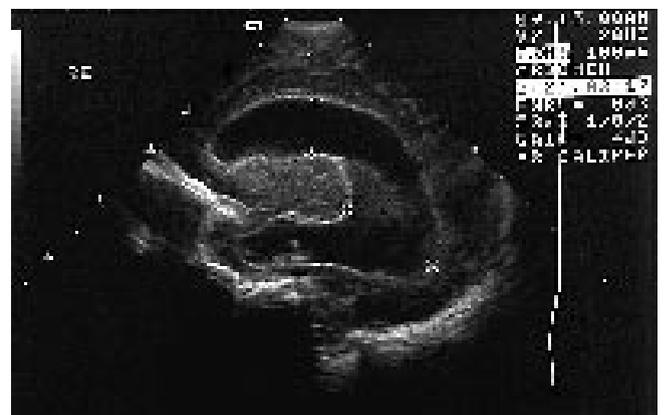


Abb. 5 Posthämorrhagischer Hydrozephalus nach Hirnblutung Grad III (gleiches Kind wie in Abb. 3).

a Mittlerer Koronarschnitt in Höhe der Foramina Monroi. Dilatation der Seitenventrikelvorderhörner und Temporalhörner sowie des 3. Ventrikels.

b Parasagittalschnitt durch den erweiterten Seitenventrikel. Das Hinterhorn ist immer am stärksten dilatiert. Vorderhorn und Temporalhorn sind in etwa gleich weit. Alte Blutkoagel im Seitenventrikel-Trigonom und am Boden des Temporalhorns.

c Medianer Sagittalschnitt: Erweiterung des Vorderhorns und 3. Ventrikels. Blutkoagel am Boden des 3. Ventrikels. Dadurch Blockade des Aquädukts. 4. Ventrikel und Cisterna magna nicht erweitert darstellbar.

Tab. 1 Klassifikation der Hirnblutung des Frühgeborenen (Konsens der pädiatrischen Sektion der DEGUM 1998 Magdeburg).

		li	re
Grad I-Blutung	subependymale Blutung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grad II-Blutung:	intraventrikuläre Blutung < 50% des Ventrikellumens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grad III-Blutung	intraventrikuläre Blutung > 50% des Ventrikellumens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hämorrhagische Infarzierung des Hirnparenchyms			
	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	
Lokalisation	frontal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	parietal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	okzipital	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Größe (in cm)	klein (≤ 1 cm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	mittel (> 1 cm u. ≤ 2 cm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	groß (> 2 cm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blutung oder hämorrhagische Infarzierung von			
	ja	nein	
Basalganglien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kleinhirn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stammhirn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Posthämorrhagische Ventrikelverweigerung			
	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	
		Seitenventrikel	li <input type="checkbox"/>
		Seitenventrikel	re <input type="checkbox"/>
		3. Ventrikel	<input type="checkbox"/>
		4. Ventrikel	<input type="checkbox"/>
Therapiebedürftiger posthämorrhagischer Hydrozephalus			
	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	

Tab. 2 Vergleich zwischen alter und neuer Klassifikation der intrakraniellen Blutungen des Frühgeborenen.

Schweregrad	„Alte“ Klassifikation (Papile)	„Neue“ Klassifikation (DEGUM)
Grad I	Subependymale Blutung	Subependymale Blutung
Grad II	Ventrikeleinbruchsblutung <i>ohne</i> Ventrikeldilatation	<i>Leichte bis mäßige</i> Ventrikeleinbruchsblutung < 50% des Ventrikellumens
Grad III	Ventrikeleinbruchsblutung <i>mit</i> Ventrikeldilatation	<i>Schwere</i> Ventrikeleinbruchsblutung > 50% des Ventrikellumens
Grad IV	Ventrikeleinbruchsblutung und Blutung ins Parenchym	
Hämorrhagische Infarzierung Hirnparenchym		– Seitenangabe li/re – Lokalisation frontal/parietal/okzipital – Größe klein (≤ 1 cm) mittel (1 bis ≤ 2 cm) groß (> 2 cm)
Blutung in andere Hirnareale		– Basalganglien li/re – Kleinhirn li/re – Hirnstamm
Posthämorrhagische Ventrikel- erweiterung		Erweiterung Seitenventrikel li/re 3. Ventrikel 4. Ventrikel passagere Ventrikelverweigerung, permanenter Hydrozephalus, Shuntpflichtigkeit

therapiebedürftigen posthämorrhagischen Hydrozephalus unterschieden (Abb. 5). Die verbesserte Klassifikation der Hirnblutung des Frühgeborenen ist in Tab. 1 zusammengefaßt. Sie stützt sich in ihren Grundzügen auf die von Volpe vorgeschlagene Klassifikation [10–12].

7. Zeitpunkt der Untersuchung: Alle Frühgeborenen mit einem Gestationsalter ≤ 32 Schwangerschaftswochen sowie alle Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht ≤ 1500 g sollten innerhalb der ersten 3 Lebenstage sonographisch untersucht werden. Die Untersuchung sollte bis zum Ende des 3. Lebenstages erfolgt sein, da 90% der Blutungen innerhalb der ersten 72 Lebensstunden auftreten. Eine Untersuchung am 1. Lebenstag ist hilfreich, um intrauterin entstandene von postnatalen Blutungen zu differenzieren.

Für die pädiatrische Sektion der DEGUM:

Prof. Dr. K. H. Deeg, Bamberg
 Prof. Dr. F. Staudt, Passau
 PD Dr. L. v. Rohden, Magdeburg

Literatur

1. Burstein J, Papile L, Burstein R. Intraventricular hemorrhage and hydrocephalus in premature newborns: A prospective study with CT. *AJR* 1979; (132): 631–635
2. Fleischer A, Hutchinson A, Kirchner S, James AE. Cranial sonography of the preterm neonate. *Diagn Imaging* 1981; (3): 20–28
3. Grant EG. Neurosonography: Germinal matrix-related hemorrhage. Grant EG (Hrsg.). *Neurosonography of the preterm neonate*. New York: Springer 1986 22–68
4. Mc Menamin JB, Shachelford GD, Volpe JJ. Outcome of neonatal intraventricular hemorrhage with periventricular echodense lesions. *Am Neurol* 1984; (2): 265–269
5. Papile L, Burstein J, Burstein R, Koffer H. Incidence and evolution of subependymal and intraventricular hemorrhage. A study of infants with birth weight less than 1500 grams. *J Pediatr* 1978; (92): 529–534
6. Rumack M, Johnson ML. *Perinatal and infant brain imaging*. Chicago: Year Book Medical Publishers 1984
7. Shankaran S, Slovis TL, Bedard MP, Poland RL. Sonographic classification of intracranial hemorrhage. A prognostic indicator of mortality, morbidity, and short-term neurologic outcome. *J Pediatr* 1982; (100): 469–475
8. Schellinger D, Grant EG, Manz HJ, Patronas MJ. Intraparenchymal hemorrhage in preterm neonates: A broadening spectrum. *AJR* 1988; (150): 1109–1115
9. Teele RL, Share JC. *Cranial ultrasonography*. Teele RL, Share JC (Hrsg.). *Ultrasonography of infants and children*. Philadelphia: W. B. Saunders 1991; 1–57
10. Volpe JJ. Intracranial hemorrhage: Germinal matrix–intraventricular hemorrhage of the premature infant. Volpe JJ (Hrsg.). *Neurology of the newborn*. Philadelphia: W. B. Saunders 1995; (3rd ed.): 403–463
11. Volpe JJ. Brain injury in the premature infant: Current concepts. *Biol Neonate* 1996; (69): 165–212
12. Volpe JJ. Brain injury in the premature infant – from pathogenesis to prevention. *Brain & Development* 1997; (19): 519–534

eingereicht: 8. 6. 1999

angenommen: 14. 6. 1999

Prof. Dr. K. H. Deeg

Kinderklinik
 Buger Straße 80
 D-96049 Bamberg