

Philippi, Heike, Kinderheilkunde V, Kinderneurologie, Epilepsiezentrum, Sozialpädiatrisches Zentrum, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin, Im Neuenheimer Feld 153, 69120 Heidelberg 2007

Das EEG von Früh- und Neugeborenen, d.h. zwischen der 24. Schwangerschaftswoche und 4-6 Wochen nach errechnetem Entbindungstermin, weist grundlegende Besonderheiten auf, so dass die Bewertung des EEGs in dieser Periode nach ganz speziellen Kriterien erfolgt. Die sonst für die übrigen Altersgruppen gebräuchlichen Auswertekriterien finden hier keine Anwendung. Das neonatale EEG unterscheidet sich vom sonstigen EEG bezüglich Vigilanzstadien, Grundaktivität und deren Strukturierung, physiologischer und pathologischer Graphoelemente und Aussagekraft. Neben dem Erkennen von Epilepsie typischen Potentialen erlaubt das EEG auch eine sehr differenzierte Aussage über die funktionelle Integrität des neonatalen Gehirns und die Bestimmung der bioelektrischen Reife, die auf 2 Wochen genau bestimmt werden kann.

Um zu verstehen, warum das neonatale EEG so ganz anders ist und warum sich die Grundaktivitäten samt physiologischer Graphoelemente alle 1-2 Wochen gravierend ändern, ist es hilfreich sich die neurobiologischen Prozesse dieser Zeit zu vergegenwärtigen. Betrachtet man die Kopfumfangskurve so fällt auf, dass das Gehirnvolumen hier seine größte Wachstumsgeschwindigkeit ausweist. Dahinter verbirgt sich nicht einfach nur eine Zunahme von weißer und grauer Substanz. In dieser Periode laufen dramatische Differenzierungsvorgänge ab. Zunächst dominiert das exzitatorische das inhibitorische System, das heißt glutaminerge Neurone überwiegen, während die GABAergen Neurone im wesentlichen erst ab Geburtstermin reifen. Zudem findet ausgedehnte Synaptogenese, Gliaproliferation, Apoptose, Neuronogenese, Differenzierung von Neurotransmittern und neurotrophen Faktoren statt (Volpe 2004).

Diese komplexen Prozesse bedingen, dass das Früh- und Neugeborene eine ganz besondere Schlafstruktur und Schlaf-Wach-Zyklus hat. Der REM-Schlaf überwiegt den NREM-Schlaf. Dösigkeit und die Schlafstadien 1-4 gibt es nicht. Die drei Vigilanzstadien: Wach-REM-NREM wechseln sich mit raschen Übergängen ab. Die Früh- und Neugeborenen haben einen REM- Sleep-onset. Nach ca. 20-30 min REM-Schlaf folgt eine Phase von 15-20 min NREM-Schlaf und dann abermals REM-Schlaf. D.h. nach 60 min ist ein Schlafzyklus abgeschlossen. Wegen der holokinetischen Verhaltens- und Bewegungsmuster ist es kaum möglich eine nicht durch Bewegungsartefakte gestörte Wach-EEG-Kurve abzuleiten. Zur Auswertung bietet sich somit ein REM-NREM-REM-Schlafzyklus an. Dieser sollte wenn möglich komplett abgeleitet werden, weil die Muster der Grundaktivität im 1. REM-Schlaf (vor NREM), im NREM-Schlaf und im 2. REM-Schlaf (nach NREM) voneinander verschieden sind. Nur so können das bioelektrische Alter und das Ausmaß der funktionellen Integrität des ZNS bestimmt werden. Um zu beurteilen, ob die jeweiligen Muster in der jeweiligen Phase physiologisch oder pathologisch ausgeprägt sind, müssen Nicht-EEG-Muster sog. Verhaltensmuster nach Prechtl zur Schlafstadienbestimmung herangezogen werden (Prechtl 1974) Tab. 1. Damit ist eine Polygraphische Ableitung des neonatalen EEGs obligat.

Tabelle 1

	Wach	REM	NREM
Motorik	3	2/3	1
Augen	offen	(halb) zu	zu
EMG	phasisch	selten phasisch	tonisch
Atmung	unreg.	unreg.	reg.
EOG	viel EM	REM	SEM/keine

EM=eye movement, REM=rapid eye movement, SEM=slow eye movement, 3=viel Motorik, 2=Gesichts- und Feinmotorik, 1=bis auf isolierte Startles keine Motorik.

Die zu den jeweiligen Vigilanzstadien dazugehörigen Muster der Grundaktivität werden mit den französischen Begriffen: Mixed intermittent, High-Voltage-Slow-Wave und Low Voltage bezeichnet. In Abb. 1 sind die 3 Muster für ein reifes Neugeborenen (40. SSW) dargestellt. (Abb.1). Die Muster können am besten bei einer Auftragung von 20 sec pro Seite (ehemals Papiergeschwindigkeit 15 mm/sec) beurteilt werden. Für die Amplitude empfiehlt sich 70-100 μ V/cm.

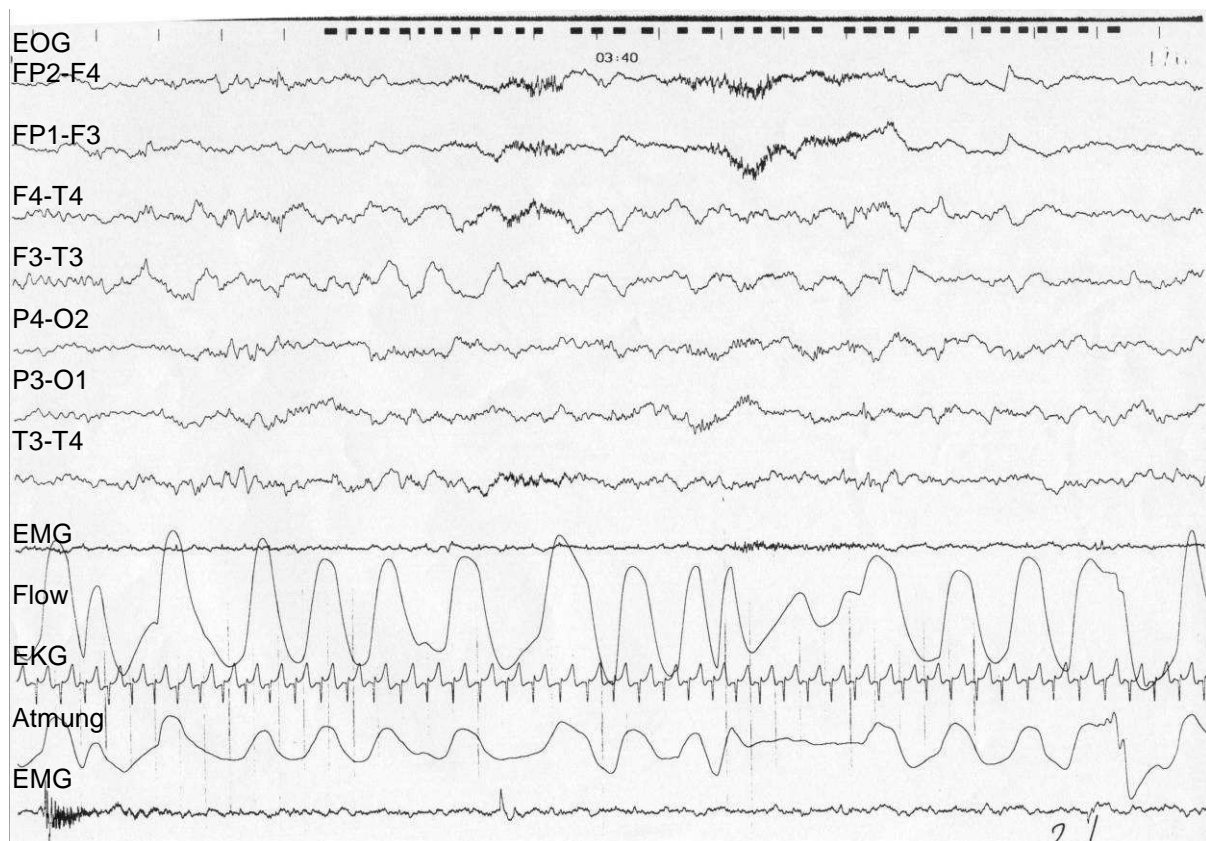


Abb.1a 1. REM –Schlaf mit EEG-Muster mixed intermittent, REM (deskriptiv als schwarze Quadrate aufgezeichnet), physisches EMG, unregelmäßige Atmung und Verhaltensmuster 2, Augen geschlossen, Alter 40 Wochen.



Abb. 1b NREM-Muster High-Voltage-Slow-Wave, keine REM, tonisches EMG, regelmäßige Atmung, Verhaltenszustand 1 und Augen geschlossen, Alter 40 Wochen.

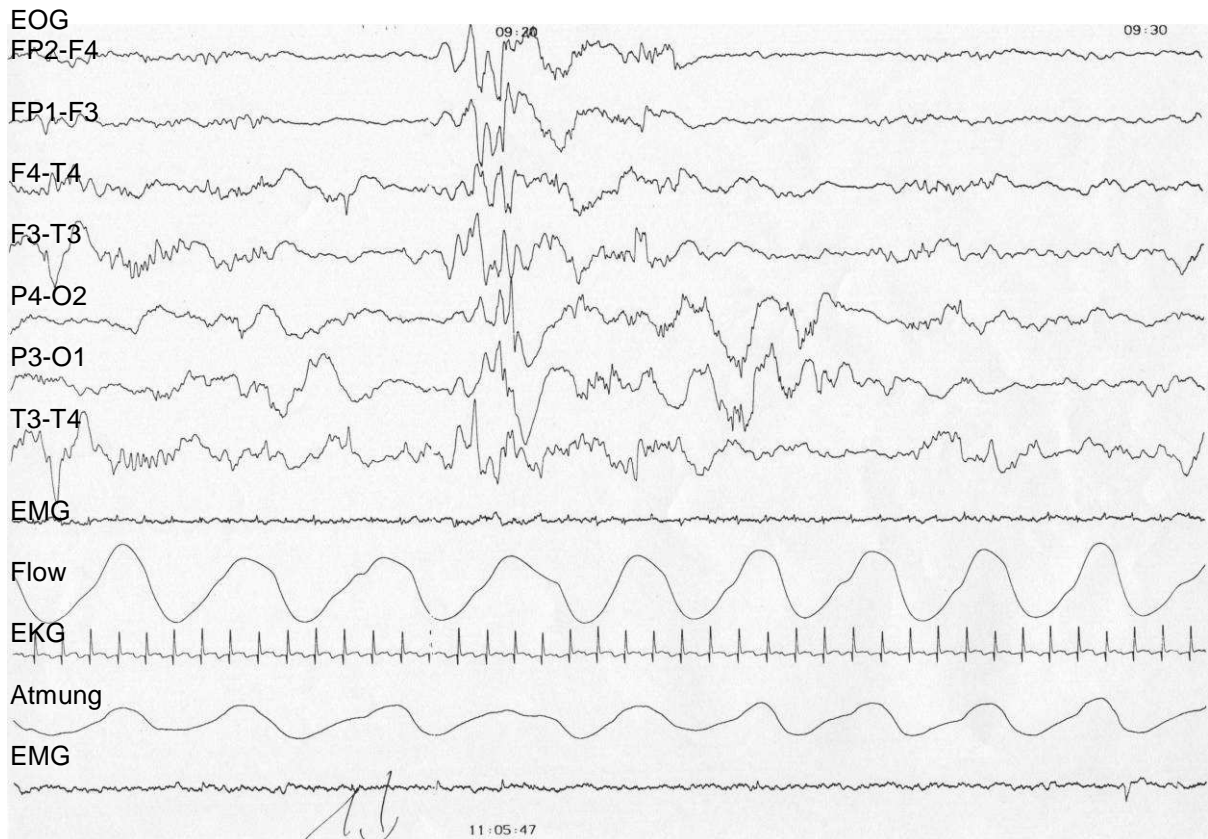


Abb. 1c NREM-Muster Tracé alternant, keine REM, tonisches EMG, regelmäßige Atmung, Verhaltenszustand 1 und Augen geschlossen, Alter 40 Wochen.

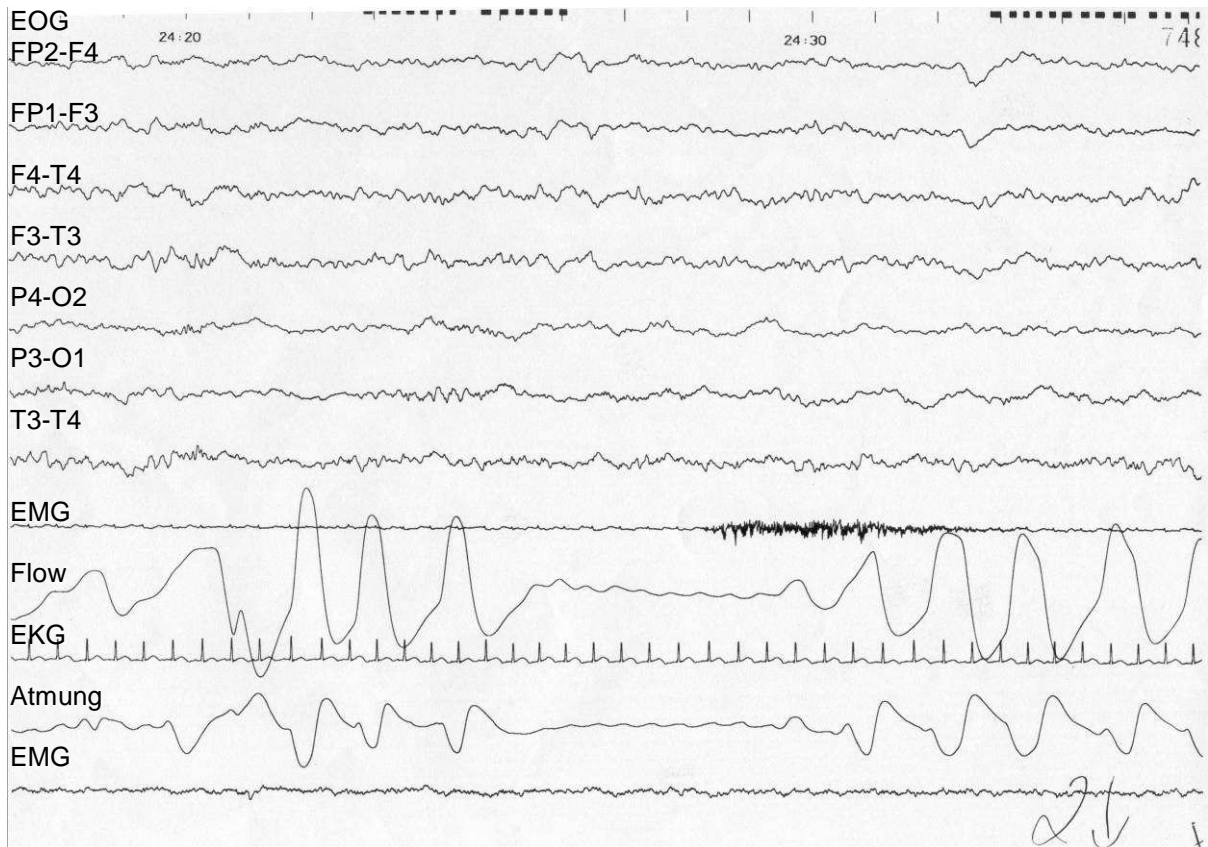


Abb.1d 2. REM –Schlaf mit EEG-Muster low voltage, REM (deskriptiv als schwarze Quadrate aufgezeichnet), physisches EMG, unregelmäßige Atmung und Verhaltensmuster 2, Augen geschlossen, Alter 40 Wochen.

Die Grundmuster ändern sich wie gesagt alle 2 Wochen. Sie müssen folglich ab der 24. Woche bis zur sog. 46. Woche gelernt werden. Dafür bietet sich das Einüben mit dem Atlas (...) an. Vor der 32. SSW gibt es nur ein Vigilanzstadium in dem das EEG ein sog. tracé diskontinue zeigt, also ein scheinbar diskontinuierliches EEG mit sehr langen Interburstintervallen (Abb.2). Erst nach der 32. Woche kann ein NREM von einem REM/Wach-Zustand mit den Mustern Mixed intermittend und Tracé diskontinue unterschieden werden. Ab der 36.Woche spricht man vom Tracé alternant als Ausdruck dafür, dass sich die Interburstintervalle nun erheblich verkürzt haben und der Eindruck einer kontinuierlichen Hirnstromkurve entsteht. Es können nun eine weiteres REM-Muster das Low Voltage und ein NREM-Muster (ab 38.Woche) das High-Voltage-Slow-Wave-Muster abgegrenzt werden. Mit der 44-46 Woche treten im NREM-Schlaf die ersten Schlafspindelkorrelate bzw. deren Vorläufer auf. Von da an ist die Hirnstromkurve fast kontinuierlich und transformiert sich in den folgenden Monaten so, dass spätestens ab 6 Monaten eine Schlafstadieneinteilung nach Rechtschaffen und Kales vorgenommen werden kann. Die Veränderung der Muster und Vigilanzstadien ist im sog. Parmelee-Baum als Übersicht dargestellt (Abb. 3).

Physiologischer Weise sind in die o.g. Grundmuster altersabhängig umschriebene paroxysmale Muster eingelagert, die von ETPs zu unterscheiden sind. Exemplarisch wäre hier beim Frühgeborenen die „ripples of primaturity“ und Sägezahnmuster und beim reifen Neugeborenen die „encoches frontales“ und die temporalen Transienten zu nennen.

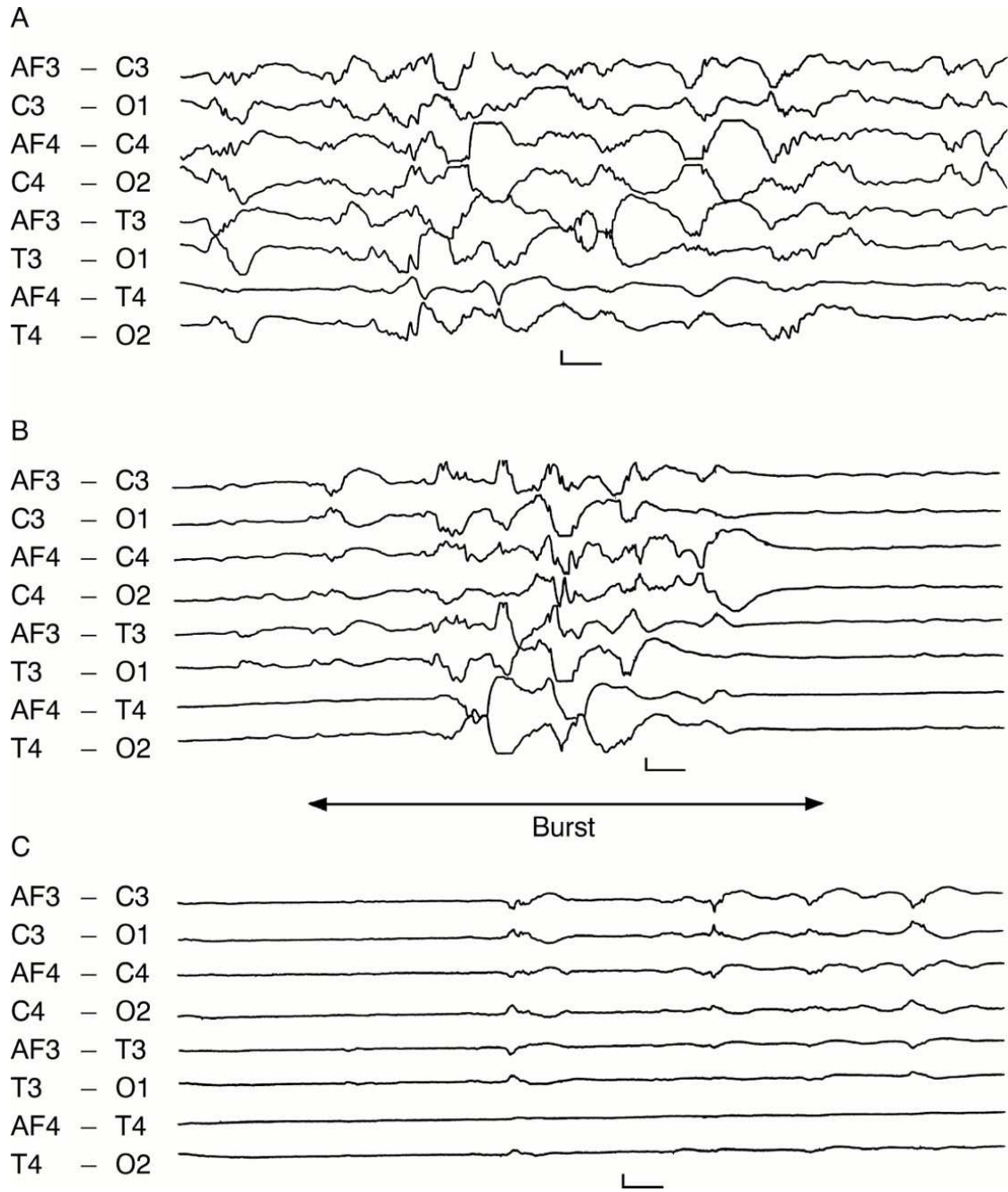


Abb. 2 Tracé discontinue, 24 Wochen (Hayakawa 2001)

Parmelee - Baum

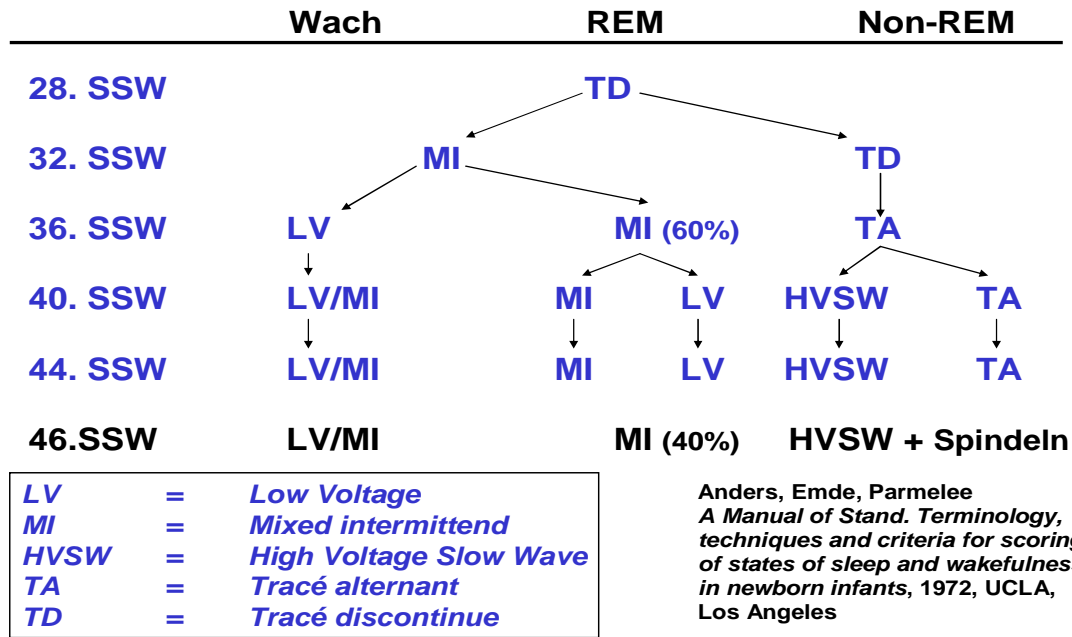


Abb. 3 Parmelee-Baum

Literatur:

Anders, Emde, Parmelee. A manual of standard terminology, techniques and criteria for scoring of states of sleep and wakefulness in newborn infants, 1972, UCLA, Los Angeles

Hayakawa et al. Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed. 2001 84:F163-F167

Prechtl HFR. The behavioural states of the newborn infant (a review). Brain Research. 1974; 76:185-212 Raven Press 1992

Stockard-Pope, Werner, Bickford. Atlas of neonatal electroencephalography.