

Lara V. Marcuse
Madeline C. Fields
Jiyeoun Yoo

Przedmowa
Jacqueline A. French

ROWAN

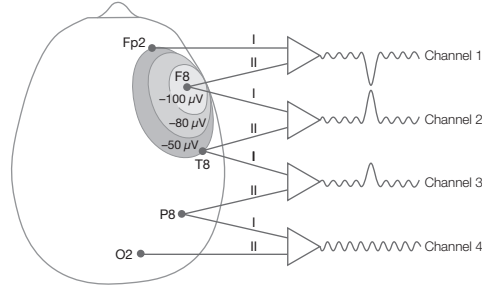
Podstawy EEG z miniatlasem

Redakcja wydania polskiego

Aleksander Sobieszek

Izabela Domitrz

Wydanie 2



Wydanie drugie

Rowan

Podstawy EEG

z miniatlasem

LARA V MARCUSE

MADELINE C FIELDS

JIYEOUN (JENNA) YOO

Przedmowa

Jacqueline A French

Redakcja wydania polskiego

Aleksander Sobieszek, Izabela Domitrz

edra
URBAN & PARTNER

Tytuł oryginału: *Rowan's Primer of EEG*

Second edition

Autorzy: Lara V. Marcuse, Madeline C. Fields, Jiyeoun Yoo

ELSEVIER

© 2016, Elsevier Inc. All rights reserved.

First edition 2003

This edition of Rowan's Primer of EEG (2e) by Lara V. Marcuse, Madeline C. Fields, Jiyeoun Yoo is published by arrangement with Elsevier Inc.

Książka Rowan's Primer of EEG (wyd. 2), autorzy: Lara V. Marcuse, Madeline C. Fields, Jiyeoun Yoo, została opublikowana przez Elsevier Inc.

ISBN 978-0-323-35387-8

Tłumaczenie niniejszej publikacji zostało podjęte przez wydawnictwo EDRA URBAN & PARTNER na jego własną odpowiedzialność. Lekarze kliniczni oraz prowadzący badania naukowe, oceniając oraz wykorzystując jakiegokolwiek opisane tu informacje, metody, związki chemiczne czy eksperymenty, muszą zawsze opierać się na swoim osobistym doświadczeniu i wiedzy. Ze względu na szybko dokonujący się postęp w dziedzinie nauk medycznych należy w szczególności zwrócić uwagę na niezależną weryfikację rozpoznania oraz dawkowania leków. W najpełniejszym zakresie dozwolonym przepisami prawa Elsevier, autorzy, redaktorzy ani inne osoby, które przyczyniły się do powstania niniejszej publikacji, nie ponoszą żadnej odpowiedzialności w odniesieniu do jej tłumaczenia ani za jakiegokolwiek obrażenia czy zniszczenia dotyczące osób czy mienia związane z wykorzystaniem produktów, zaniedbaniem lub innym niedopatrzeniem ani też wynikające z zastosowania lub działania jakichkolwiek metod, produktów, instrukcji czy koncepcji zawartych w przedstawionym tu materiale.

© Copyright for the Polish edition by Edra Urban & Partner, Wrocław 2017

Redakcja naukowa wydania 2 polskiego:

dr hab. n. biol. Aleksander Sobieszek, dr hab. n. med. Izabela Domitrz

Tłumaczenie z języka angielskiego:

lek. med. Piotr Bogucki – rozdz. 1-3, Słownik, Załącznik 2

dr n. med. Ewa Nagańska – rozdz. 4-7, Egzamin końcowy, Załącznik 1

Prezes Zarządu: Giorgio Albonetti

Redaktor naczelny: lek. med. Edyta Błażejewska

Redaktor prowadzący: Renata Wręczycka

Opracowanie skorowidza: Aleksandra Ozga

ISBN 978-83-65835-02-4

Edra Urban & Partner

ul. Kościuszki 29, 50-011 Wrocław

tel. +48 71 726 38 35

biuro@edraurban.pl

www.edraurban.pl

Łamanie i przygotowanie do druku: Andrzej Kuriata

Druk i oprawa: Legra, Kraków

Spis treści

Słowo wstępne	vii
Dedykacja	viii
Przedmowa do wydania drugiego	ix
 1 Podłoże i techniczne aspekty EEG.	1
 2 Prawidłowy zapis EEG u osób dorosłych	41
 3 Prawidłowe EEG od okresu noworodkowego do dorosłości	71
 4 Zapis EEG nieprawidłowy	93
 5 EEG i padaczka.	129
 6 EEG w innych chorobach neurologicznych i innych stanach klinicznych oraz w stanie padaczkowym	169
 7 Badanie EEG: wskazówki dotyczące zaleceń, odczytu zapisu i opisywania wyniku badania	189
Załącznik 1	195
Załącznik 2	201
Słownik	207
Pytania	215
Odpowiedzi	270
Skorowidz	279

Słowo wstępne

Odczytywanie EEG jest umiejętnością mającą cechy nauki i sztuki. Większość z nas uczy się poprzez praktykę. Jeśli ktoś jest szczęściarzem, może uczyć się czytać z siedzącym obok ekspertem, pomagającym odkrywać logikę i piękno „frędzelek” widocznych na stronie zapisu EEG. Powoli z tych „zawijasów”, które początkowo wydawały się niezrozumiałe, zaczyna się wyłaniać i rozwijać opowieść. Przez interpretację EEG (jeżeli jest prawidłowa) można się wiele dowiedzieć o badanej osobie. Z czasem, jak detektyw, uczymy się odkrywać wskazówki i tropy, które prowadzą do właściwej interpretacji.

Podczas nauki czytania EEG miałam szczęście siedzieć obok A. Jamesa Rowana. Obecnie uczący się czytać po raz pierwszy mogą skorzystać z jego podręcznika, zaktualizowanego przez Marcuse’a, Fields i Yoo. Jest on prostym, łatwym do zrozumienia i pragmatycznym przewodnikiem, który można nosić przy sobie, a więc można mieć go w pobliżu, gdy się uczymy, i czuć się komfortowo podczas opisywania EEG. Kluczowe informacje są łatwe do znalezienia, a obrazy i schematy pięknie ilustrują prawidłowe

i nieprawidłowe EEG. Rozdział o technicznych aspektach EEG jest przejrzysty, prosty i łatwy do zrozumienia. Starannie dobrane zostały ilustracje artefaktów, jak również warianty prawidłowe i wzory patologiczne zapisu nieprawidłowości zarówno padaczkokształtnych, jak i niepadaczkokształtnych. Każdy rozdział, dzięki wystarczająco obszernemu materiałowi, jest pomocny, ale nie wyczerpuje tematu całkowicie. Zawiera więc sugerowane piśmiennictwo przeznaczone dla osób, które chcą uzyskać bardziej dogłębne informacje. Książka będzie również niesłychanie użyteczna dla nauczycieli EEG i ja, jako jedna z nich, będę używała zawartych w niej ilustracji podczas szkolenia młodych elektroencefalografistów.

Według definicji słownikowej elementarz jest książką zawierającą wskazówki w zakresie elementarnych danych lub podstawowych umiejętności w danej gałęzi wiedzy. Osoby, które opanują ten podręcznik, będą dobrze przygotowane do dalszej nauki w sztuce interpretacji EEG.

Jacqueline A. French

Przedmowa do wydania drugiego

Jeśli stale powtarzałbym, że nie jestem w stanie czegoś dokonać, możliwe, że faktycznie nie byłbym do tego zdolny. Jeśli natomiast uwierzyłbym, że potrafię to zrobić, z pewnością nabyłbym umiejętności, by to zrealizować, nawet gdy początkowo tych umiejętności nie posiadałem. Mahatma Gandhi

Dzięki tej książce sztuka czytania EEG legnie u twoich stóp. Stworzyłyśmy ją, opierając się na strukturze pierwszej edycji, choć dodałyśmy nowy rozdział zatytułowany *Prawidłowe EEG od okresu noworodkowego do dorosłości*. Wszystkie ryciny ilustrujące EEG zostały wymienione, tak by czytelnicy otrzymali najnowsze przykłady zapisów prawidłowych i nieprawidłowych. W rozdziale 5 opisujemy typowe zmiany EEG we wszystkich typach napadów padaczkowych, zespołach elektroklinicznych i innych padaczkach sklasyfikowanych przez Międzynarodową Ligę Przeciwpadaczkową (ILAE – *International League Against Epilepsy*).

Nauka rozumienia EEG jest wspaniała, a opisywanie zjawisk w niej występujących zgodnie z obowiązującą nomenklaturą daje poczucie pewności. Tak więc wszyscy, używając tych samych słów, mamy na myśli to samo. W tej edycji używany jest system lokalizacji elektrod 10-10 i nomenklatura zalecana przez Amerykańskie Towarzystwo Neurofizjologii Klinicznej (ACNS – *American Clinical Neurophysiological Society*).

Jeśli jesteś studentem medycyny i nie zamierzasz zostać neurologiem, wierzymy, że ten podręcznik pomoże ci dobrze zrozumieć opisy EEG twoich pacjentów zarówno w poradni, jak i w szpitalu. Neurologowi lub lekarzowi w trakcie specjalizacji neurologicznej przydadzą się szczegóły, które są pomocne, gdy są pod ręką, a o których łatwo zapomnieć (np. znaczenie subklinicznych elektroencefalograficznych rytmicznych wyładowań u dorosłych).

Na końcu tomu zamieszczono pytania i odpowiedzi dotyczące każdego rozdziału. Trzeba się skupić, gdyż pytania są trudne. Szczegółowe odpowiedzi ułatwiają integrację uczenia się o EEG z opieką kliniczną i związanym z tym podejmowaniem decyzji.

Uczenie się nowych umiejętności w zakresie elektroencefalografii może być wyzwaniem, może być też zniechęcające i może nie dawać wszystkich odpowiedzi. Jednakże elektroencefalografia jest relatywnie niedrogim „oknem” umożliwiającym wgląd w pracę mózgu, co często daje możliwość uzyskania bardzo cennych informacji przydatnych w diagnostowaniu, określaniu rokowania i leczeniu pacjentów.

Mamy nadzieję, że podręcznik ten przyczyni się do zwiększenia Twojego entuzjazmu i zaangażowania w studiach nad mózgiem oraz stałego poszerzania naszej wiedzy jako klinicystów, nauczycieli i badaczy.

Lara V. Marcuse (*po prawej*)

Madeline C. Fields (*w środku*)

Jiyecoun (Jenna) Yoo (*po lewej*)



Podłoże i techniczne aspekty EEG

PODŁOŻE EEG

Elektroencefalogram (EEG) jest obrazem wzoru aktywności elektrycznej pochodzącej z kory mózgowej. Jako że aktywność elektryczna kory jest mierzona w mikrowoltach (μV), musi być powiększona wielokrotnie – około milion razy – aby mogła zostać uwidoczniiona na ekranie komputera. Większość rejestrowanych sygnałów przypuszczalnie pochodzi z neuronów, w których występuje sporo zjawisk bioelektrycznych, takich jak potencjały czynnościowe, potencjały postsynaptyczne (PSP – *post-synaptic potentials*) i zjawisko długotrwałej depolaryzacji neuronu. Potencjały czynnościowe wiążą się z krótkotrwałym (10 ms lub krótszym) lokalnym przepływem prądu w aksonie i z bardzo ograniczonym polem potencjału. To sprawia, że jest mało prawdopodobne, aby stanowiły podłoże zjawisk elektroencefalograficznych. PSP trwają znacznie dłużej (50–200 ms) i mają znacznie większe pole elektryczne. Zatem jest bardziej prawdopodobne, że stają się głównymi generatorami EEG. W powodowaniu zmian w EEG może również odgrywać rolę długotrwała depolaryzacja neuronów lub nawet gleju.

W zdrowym mózgu potencjał aktywacji neuronu jest przewodzony wzdłuż aksonu do zakończenia nerwu, gdzie uwalniane są neurotransmitery. Jednakże to potencjał synaptyczny jest najważniejszym źródłem

elektroencefalogramu. Błonowy potencjał spoczynkowy (równowaga elektrochemiczna) wynosi zwykle -70 mV po stronie wewnątrzkomórkowej. Na błonie postsynaptycznej neurotransmitter zmienia przewodnictwo i potencjał skrośny błony. Jeśli sygnał daje efekt pobudzający neuron, to prowadzi do lokalnego zmniejszenia potencjału błonowego (depolaryzacji) i jest nazywany pobudzeniowym potencjałem postsynaptycznym (EPSP – *excitatory post-synaptic potential*), zazwyczaj zlokalizowanym w dendrytach. Należy zwrócić uwagę, że w czasie EPSP wewnętrzna strona błony neuronu staje się bardziej dodatnia, podczas gdy środowisko zewnątrzkomórkowe staje się bardziej ujemne. Hamulcowe potencjały postsynaptyczne (IPSP – *inhibitory post-synaptic potentials*) skutkują lokalną hiperpolaryzacją, zwykle zlokalizowaną w ciele komórki nerwowej. Kombinacja EPSP i IPSP indukuje prądy, które płyną wewnątrz i wokół neuronu z polem potencjału wystarczającym do rejestracji ze skóry głowy. EEG jest przede wszystkim wynikiem pomiaru tych zmian potencjału w przestrzeni międzykomórkowej. Okazuje się, że typowy czas trwania PSP, wynoszący 100 ms, jest podobny do czasu trwania przeciętnej fali alfa. Tylny rytm dominujący (PDR – *posterior dominant rhythm*), składający się z sinusoidalnych lub rytmicznych fal alfa, jest podstawową rytmiczną częstotliwością mózgu zdrowych, czuwających osób dorosłych.

Łatwo więc można zrozumieć, że skomplikowana neuronalna aktywność elektryczna generuje nieregularne sygnały EEG, które są odczytywane jako pozornie bezładne i ciągle zmieniające się fale EEG. Mniej oczywiste jest fizjologiczne wyjaśnienie rytmicznego charakteru określonego wzoru EEG, widocznego zarówno w czuwaniu, jak i we śnie. Mechanizmy stanowiące podłoże rytmiczności EEG, choć nie do końca zrozumiane, wiążą się głównie z dwoma procesami. Pierwszy jest interakcją między korą i wzgórzem. Aktywność wzgórzowych komórek rozrusznikowych prowadzi do rytmicznej aktywacji korowej. Przykładem są komórki jądra siatkowatego wzgórza, których aktywność wykazuje cechy rozrusznikowe, odpowiedzialne za generowanie wrzecion snu. Drugi jest oparty na funkcjonalnej charakterystyce aktywności dużych sieci neuronalnych w korze, które mają własną zdolność do tworzenia rytmiczności. Skutkiem istnienia obu mechanizmów jest wytwarzanie rozpoznawalnych wzorów EEG, odmiennych w różnych obszarach kory nowej i pozwalających na zrozumienie skomplikowanego świata fal mózgowych.

ZAGADNIENIA TECHNICZNE

Istotą elektroencefalografii jest wzmacnianie niewielkich prądów, umożliwiające interpretację ich prezentacji graficznej. Potencjały pozamózgowe są oczywiście tak samo wzmacniane (ruchy i tym podobne). Mają one amplitudę wielokrotnie wyższą od elektrycznych potencjałów korowych. Jeśli więc istota zakłóceń nie zostanie zrozumiana i nie zostanie dokonana korekta, ich istnienie zaburza prawdziwy wzór zapisu EEG. Epileptolog, tak jak archeolog, dąży do pełnego zrozumienia artefaktów w celu dotarcia do prawdy. W dalszej części rozdziału będą omawiane artefakty w detalach i zostanie przejrzyste zilustrowana mnogość ich odmian. W tym miejscu zostaną omówione aspekty tech-

niczne rejestracji, których przestrzeganie jest niezbędne, by można było uzyskać zapis nadający się do interpretacji.

ELEKTRODY

Elektrody są po prostu fragmentem obwodu elektrycznego, przez który potencjały korowe są przewodzone do aparatury wzmacniającej. Standardowe elektrody EEG są małymi, niereaktywnymi metalowymi krążkami lub miseczkami, mocowanymi do skóry głowy za pomocą przewodzącej pasty. Do produkcji elektrod używa się kilka różnych metali, w tym złoto, srebro lub chlorek srebra, cynę i platynę. Kontakt elektrod ze skórą musi być solidny, gdyż chodzi o zapewnienie niskiej impedancji (oporności na przepływ prądu) w celu zminimalizowania artefaktów, pochodzących zarówno z elektrody, jak i ze środowiska. Podczas długotrwałego monitorowania, zwłaszcza gdy pacjent się porusza, elektrody miseczkowe są mocowane za pomocą kolodiu (rodzaj kleju), a żel przewodzący jest umieszczany między elektrodą i skórą głowy poprzez małą dziurkę w elektrodzie. Taka procedura umożliwia zachowanie przewodnictwa elektrycznego w długim okresie.

Dostępne są także inne typy elektrod, w tym zarówno plastikowe, jak i igłowe. Nowe plastikowe elektrody umożliwiają wykonywanie badań za pomocą MR. Elektrody igłowe, które w przeszłości były często używane na oddziałach intensywnej terapii, zostały na nowo skonstruowane i są bezbolesnymi (naprawdę!) elektrodami podskórnymi.

ROZMIESZCZENIE ELEKTROD

Rozmieszczenie elektrod jest znormalizowane w Stanach Zjednoczonych i w istocie w większości innych krajów. Dzięki temu badanie EEG wykonane w jednym laboratorium może być interpretowane w innym. Głównym problemem jest rejestracja aktywności z różnych okolic kory mózgowej w sposób logiczny i umożliwiający interpretację. Dzięki

Tabela 1-1 Standardowe oznaczenia elektrod

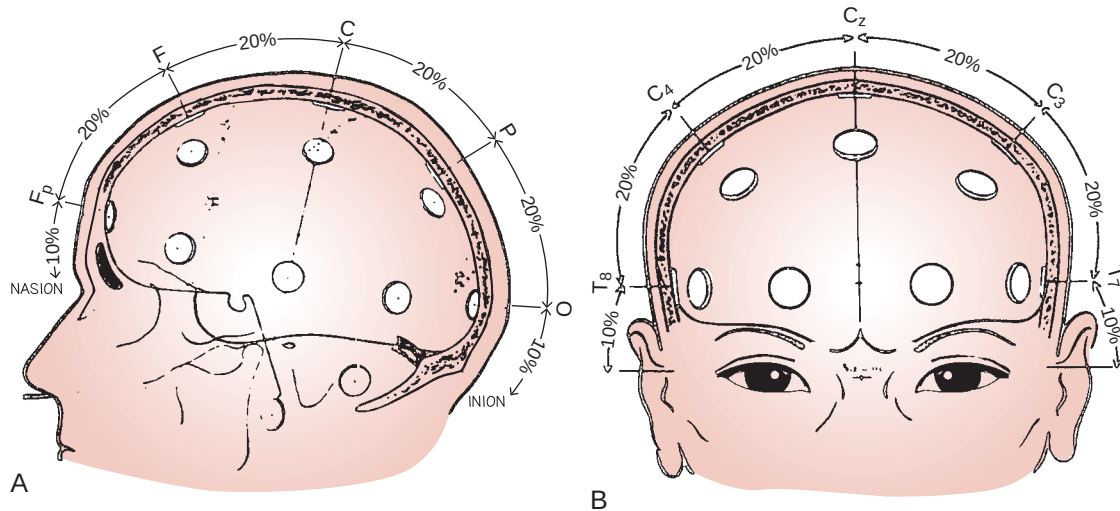
Lewa	Prawa	Elektroda
		Elektrody okołostrzałkowe/nad bruzdą Sylwiusza
Fp1	Fp2	Elektrody umiejscowione na czole, nad biegunami płatów czołowych – numery (1,2) są odmienne niż w następnych lokalizacjach elektrod w linii strzałkowej (3,4)
F3	F4	Środkowoczolowe
C3	C4	Centralne: mniej więcej nad bruzdą centralną
P3	P4	Ciemieniowe
O1	O2	Potyliczne: numery (1,2) są inne niż numery elektrod poprzedzających w linii strzałkowej (3,4)
		Elektrody boczne/skroniowe
F7	F8	Dolnoczolowe/przednioskroniowe
T7	T8	Środkowskroniowe (poprzednio T3, T4)
P7	P8	Tyłnoskroniowe i ciemieniowe (poprzednio T5, T6)
		Inne elektrody
Fz, Cz, Pz		Elektrody linii środkowej: czołowa, centralna i ciemieniowa
A1	A2	Elektrody umiejscowione na płatkach usznych: często stosowane jako elektrody referencyjne w stosunku do elektrod z przeciwnej półkuli. Uwaga: za ich pomocą są rejestrowane sygnały ipsilateralnej okolicy środkowskroniowej.
LLC	RUC	Elektrody umieszczone poniżej lewego kąta szpary powiekowej (<i>left lower canthus</i>) i powyżej prawego kąta szpary powiekowej (<i>right upper canthus</i>). Elektrody te są używane do wykrywania ruchów gałek ocznych oraz wspomagają różnicowanie pomiędzy ruchami oczu a aktywnością mózgu. Czasami są oznaczane jako LOC i ROC.

F8 i Fz nad prawą półkulą. Analogicznie lokalizacje elektrod P3 i P4 są definiowane przez punkty w połowie odległości między P7 i Pz po lewej stronie oraz P8 i Pz po prawej stronie.

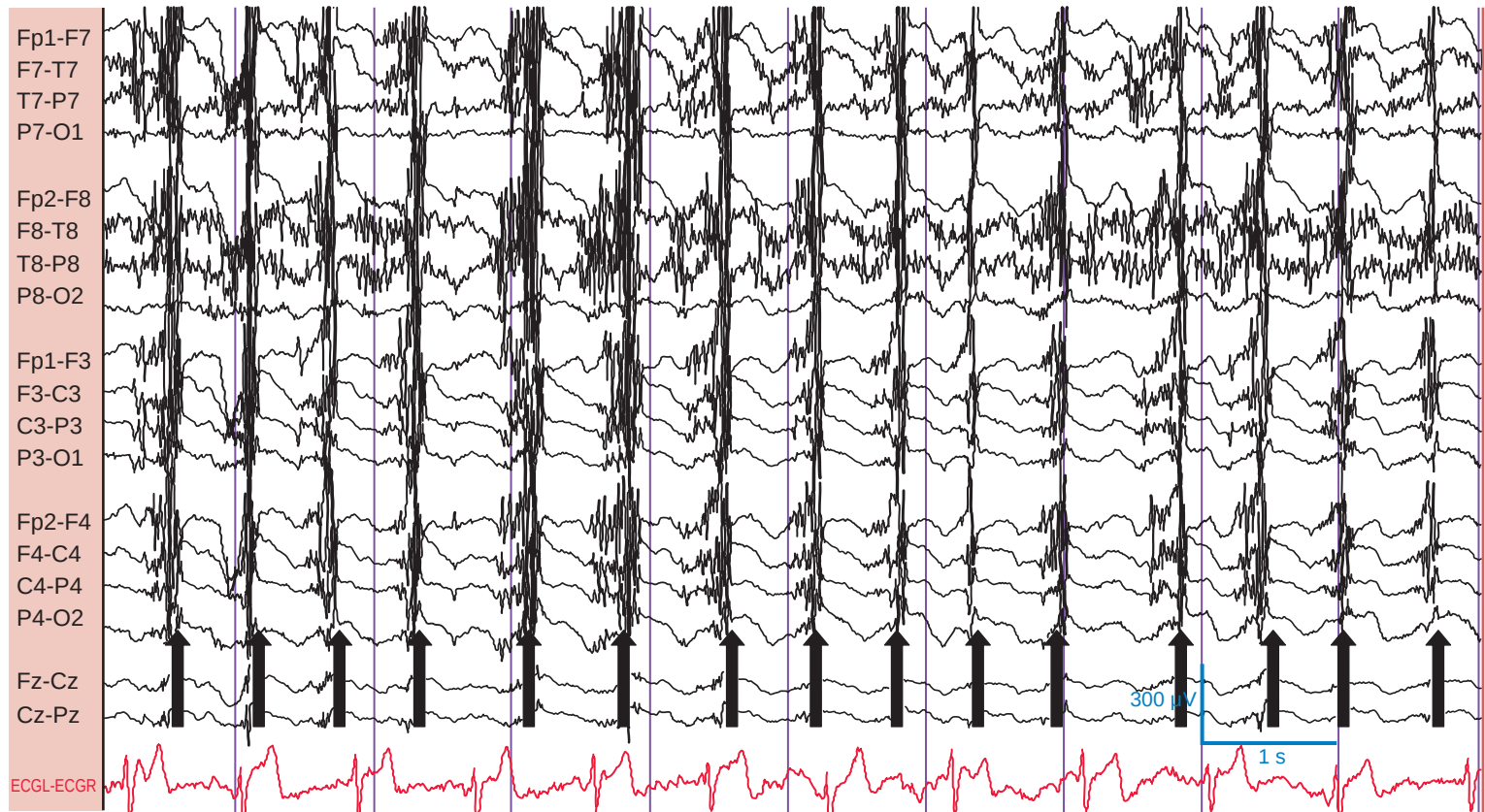
Spostrzeżenie: Elektrody F7 i F8 są prawdopodobnie umieszczone zbyt wysoko, żeby można było optymalnie określać wzór aktywności bioelektrycznej okolicy przednioskroniowej. Podobnie elektrody P7 i P8 znajdują się prawdopodobnie zbyt wysoko, żeby można było dobrze określać aktywność tylnoskroniową. A zatem uzasadnione jest umieszczenie dodatkowych elektrod (F9/F10, T9/T10 i P9/P10), zlokalizowanych w odstępach równych 10% długości linii wieńcowych poniżej elektrod standardowych

(odpowiednio: F7 i F8, T7 i T8 oraz P7 i P8). W niektórych laboratoriach te dodatkowe elektrody są stosowane rutynowo.

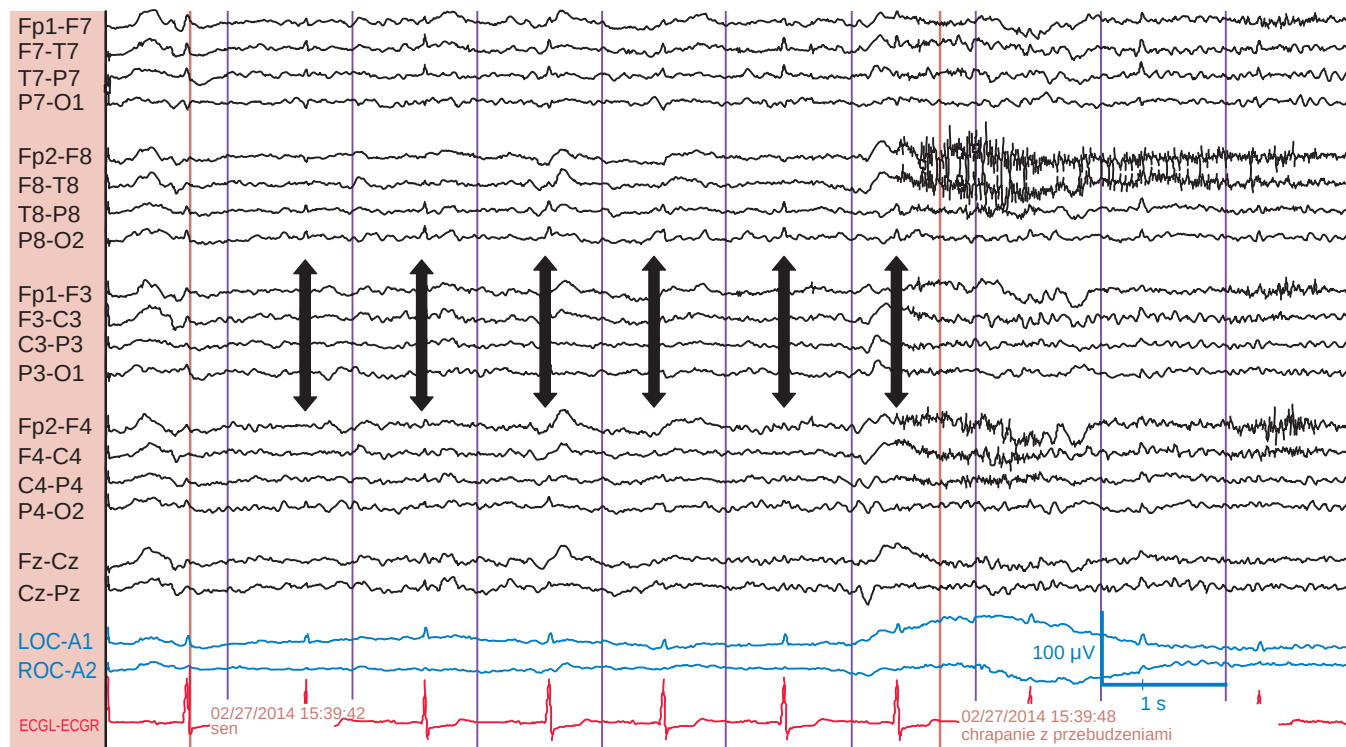
W systemie 10-10 pozostałe lokalizacje elektrod są umiejscowione w odległościach równych 10% długości linii pośrednich między standardowymi liniami wieńcowymi i strzałkowymi. Podczas czytania kilku następnych zdań najlepiej będzie odnosić się do ryciny 1-2. Wieńcowe pozycje tych elektrod są określane przez połączenie oznaczeń linii wieńcowych przedniej i tylnej. Dla przykładu, linia wieńcowa między wieńcową linią ciemieniową (P) i potyliczną (O) jest oznaczana jako PO. Jedynym wyjątkiem jest pierwsza pośrednia linia



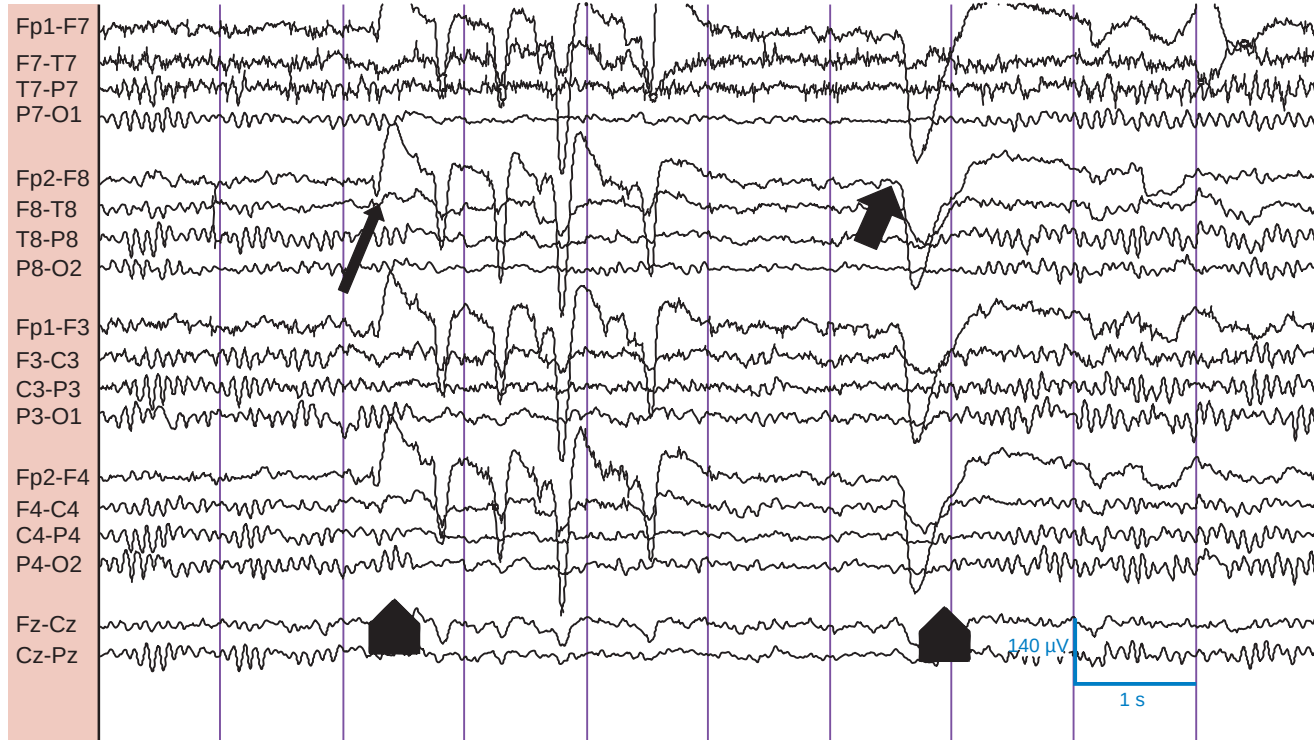
Rycina 1-3 Pomiary w systemie 10-20 w płaszczyźnie **(A)** strzałkowej, **(B)** wieńcowej i **(C)** poziomej. **(A)** Boczny obraz czaszki ukazujący sposób pomiaru, rozpoczynającego się od zagłębienia nadnosowego do guzowatości potylicznej wzdłuż linii środkowej. Fp określa lokalizację elektrody nad biegunem płata czołowego, F określa fragment czołowy, C fragment centralny, P odcinek ciemieniowy, a O jest fragmentem potylicznym. Procenty określają proporcje całkowitego wymiaru od zagłębienia nadnosowego do guzowatości potylicznej. Linia centralna od nasion do Cz stanowi 50% tej odległości. **(B)** Przedni widok czaszki ukazujący pomiary wieńcowe.



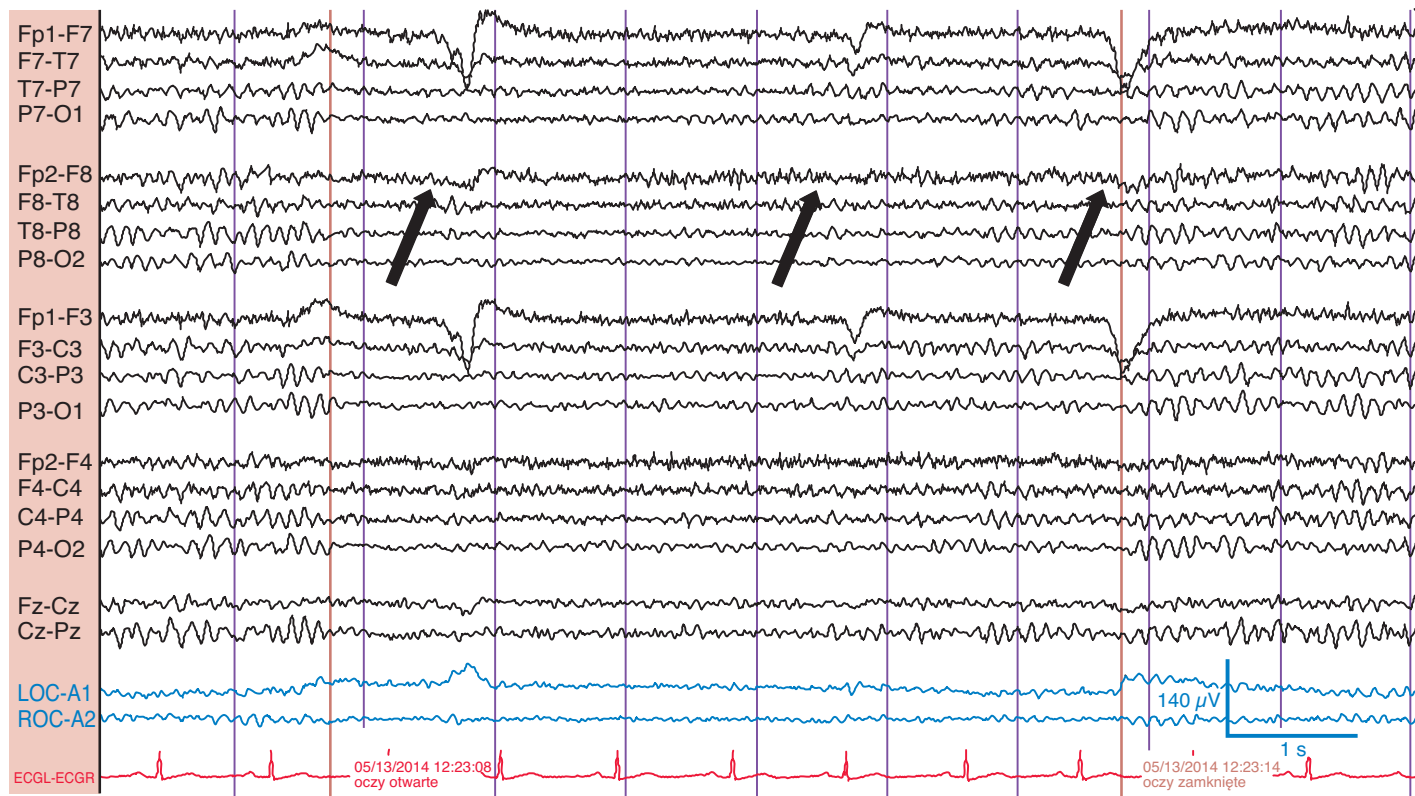
Rycina 1-13 Artefakt żucia. Widoczne są uogólnione mięśniowe potencjały czynnościowe (strzałki) i rytmiczne artefakty ruchowe związane z żuciem.



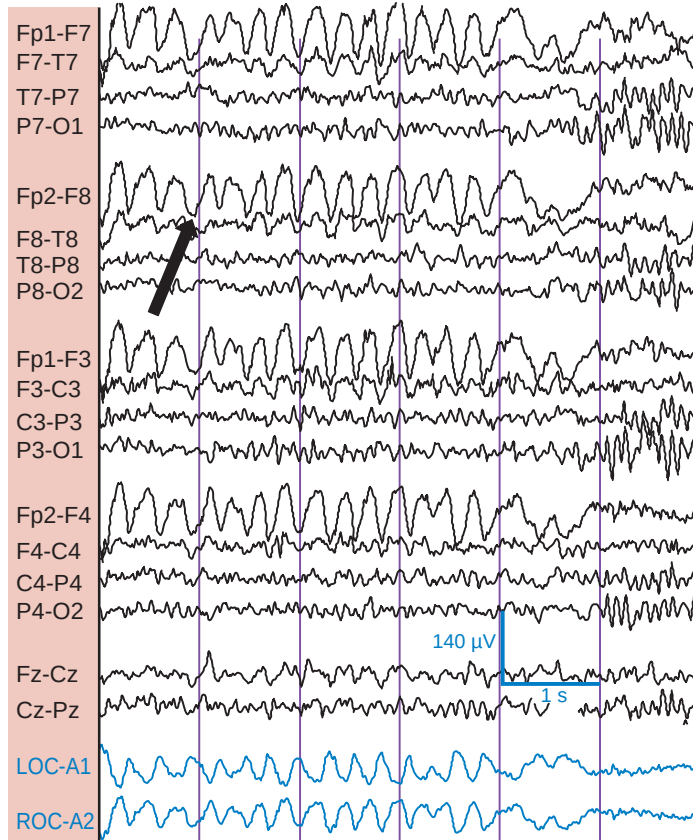
Rycina 1-14 Artefakt EKG. Ostre potencjały (zaznaczone strzałkami) współwystępują z wzorami zapisu EKG; pojawiają się w zgodności czasowej z załamkiem Q zapisu EKG. Artefakt jest szczególnie wyraźnie zaznaczony w odprowadzeniach z elektrod umiejscowionych w pobliżu uszu. Może być również rozproszony. Jeśli nie ma zapisu EKG i jeśli pacjent ma migotanie przedsionków albo częste przedwczesne pobudzenia, artefakt może sprawiać kłopoty, ponieważ może przypominać wyładowania iglicy. Należy zwrócić uwagę na zależności fazowe wzorów zapisu, które nie przemawiają w tym przypadku za prawdopodobieństwem prawdziwych wyładowań iglicowych. Artefakt EKG jest szczególnie nasilony u osób otyłych i z nadciśnieniem.



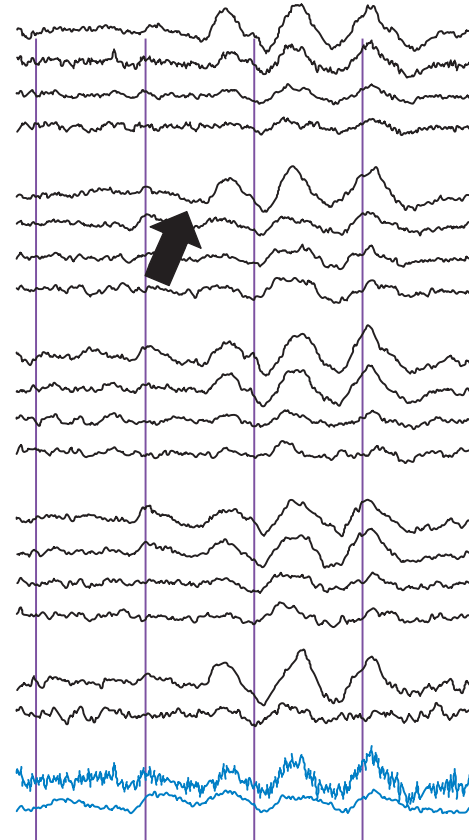
Rycina 1-15 Artefakt mrugania oczami. Wysokonapięciowe potencjały o najwyższej amplitudzie w odprowadzeniach czołowych. Wychylenia są konsekwencją istnienia potencjału rogówkowo-siatkówkowego (rogówka jest elektrododatnia w odniesieniu do siatkówki; pomiar w miliwoltach) wraz z niewielkim wpływem elektroretinogramu (ERG). Podczas mrugania gałka oczna porusza się nieco w górę (zjawisko Bella). Tak więc elektrody bieguna czołowego stają się chwilowo dodatnie (aby zrozumieć wychylenia, należy przypomnieć sobie zasady rejestracji odprowadzeń dwubiegunowych). Rycina przedstawia otwarcie oczu (wąska strzałka), zamknięcie oczu (szeroka strzałka) oraz zniknięcie i ponowne pojawienie się fal alfa (groty strzałek) (PDR – posterior dominant rhythm).



Rycina 1-16 Proteza oka. U pacjenta z protezą prawego oka artefakt mrukania jest widoczny tylko po jednej stronie w odprowadzeniach lewopółkulowych. Strzałki wskazują miejsca, w których nie pojawia się artefakt mrukania prawego oka. Ograniczenie potencjałów związanych z mruknięciem może być również widoczne u osób z porażeniem nerwu trzeciego.



A



B

Rycina 1-17 Trzepotanie powiek.
(A) Trzepotanie powiek powoduje pojawienie się rytmicznych fal o częstotliwości 3–4 Hz w odprowadzeniach czołowych (wąska strzałka). Potencjały rejestrowane z powiek nie są zgodne w fazie, ponieważ w odprowadzeniu określonym jako LOC elektroda jest umiejscowiona na dolnym skrawku lewego kąta ocznego, a w odprowadzeniu określonym jako ROC jest umiejscowiona na górnym skrawku prawego kąta ocznego.
(B) Uogólniony rytm fal delta (GRDA – *generalized rhythmic delta activity*) o najwyższej amplitudzie w odprowadzeniach czołowych (gruba strzałka). W odprowadzeniach z powiek widoczne są również synchroniczne (i w fazie) fale delta, ponieważ obie elektrody oczne są zlokalizowane do przodu względem płatów czołowych i rejestrują również fale delta.

ROWAN

Podstawy EEG z miniatlasem

Podstawy EEG z miniatlasem to publikacja dostarczająca przejrzystych i zwięzłych wskazówek dotyczących aspektów technicznych wykonywania i interpretacji badania EEG.

Dzięki praktycznemu układowi książka jest idealna dla studentów, rezydentów, a także dla doświadczonych neurologów.

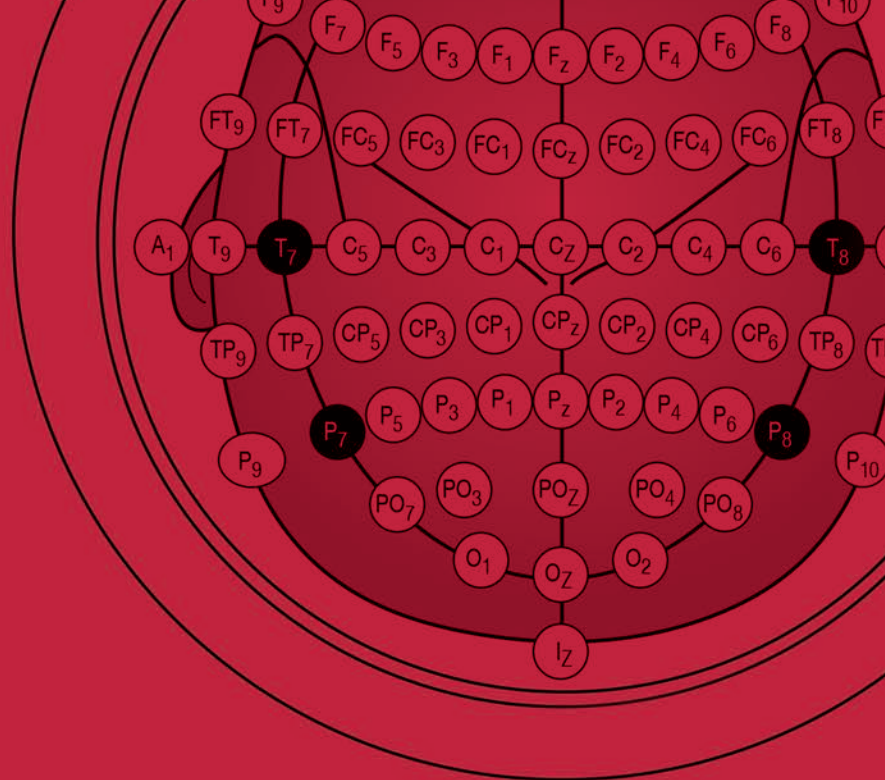
W nowym wydaniu:

- Zwięzły, przyjazny dla użytkownika format, 4-kolorowy układ.
- Nowa terminologia związana z badaniem EEG wprowadzona przez Amerykańskie Towarzystwo Neurofizjologii Klinicznej.
- Rozszerzone zagadnienia pediatryczne i noworodkowe.
- Opis objawów epilepsji, któremu towarzyszy schemat przedstawiający wiek w chwili wystąpienia, rokowanie, charakterystykę kliniczną i cechy w obrazie EEG.

Tytuł oryginału: **Rowan's Primer of EEG.**

Publikację wydano na podstawie umowy z Elsevier.

ELSEVIER



ISBN 978-83-65835-02-4



9 788365 835024 >

www.edraurban.pl