

Tatiana Jamer

ELEKTROGASTROGRAFIA WIELOKANAŁOWA W PEDIATRII – POSTĘPY W STANDARYZACJI I ZASTOSOWANIU KLINICZNYM

MULTICHANNEL ELECTROGASTROGRAPHY IN PEDIATRICS – PROGRESS IN STANDARDISATION AND CLINICAL APPLICATION

II Katedra i Klinika Pediatrii, Gastroenterologii i Żywienia
Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu

Streszczenie

Elektrogastrografia (EGG) jest nieinwazyjną metodą polegającą na zapisie czynności mioelektrycznej żołądka za pomocą elektrod umieszczonych na powłokach brzusznych. Badanie to pozwala uzyskać informacje na temat aktywności elektrycznej żołądka, a pośrednio również o jego motoryce, nie wpływając na fizjologiczną czynność tego narządu. Klasyczny jednokanałowy zapis EGG daje możliwość oceny podstawowych parametrów elektrogastrogramu: częstotliwości i mocy dominującej fal wolnych, współczynnika niestabilności częstotliwości i mocy, udziału czasowego normo-, brady- i tachygastrii. Zastosowanie wielokanałowej elektrogastrografii pozwala dodatkowo ocenić stopień sprzężenia fal wolnych i kierunek ich propagacji, przez co zwiększa wykrywalność nieprawidłowości w czynności elektrycznej żołądka. Na wynik badania ma wpływ wiele czynników związanych z techniką i analizą zapisu, m.in.: wybór posiłku testowego oraz zakres stosowanych wartości normatywnych. Podejmowane są próby ustalenia norm wiekowych zapisu w populacji dziecięcej oraz optymalnego składu posiłku testowego dla dzieci. Konieczne wydaje się ustanowienie jednolitego standardu wykonywania badania elektrogastrograficznego.

Wskazaniami do wykonania badania EGG u dzieci są rozmaite zaburzenia czynnościowe przewodu pokarmowego, również choroba refluksowa przełyku czy niektóre choroby organiczne, w tym cukrzyca. W niektórych z tych schorzeń udało się wykazać związek z zaburzeniami czynności mioelektrycznej żołądka, w innych wyniki są niejednoznaczne i wymagają dalszych badań. Mimo dynamicznego rozwoju metody nadal występują trudności w ustaleniu związku między zmianami rejestrowanymi w EGG a motoryką żołądka, zaburzeniami opróżniania żołądkowego i objawami określonej jednostki chorobowej. Należy przy tym pamiętać, że prawidłowy zapis nie wyklucza choroby.

Słowa kluczowe: elektrogastrografia, czynność mioelektryczna żołądka, choroby przewodu pokarmowego, dzieci

Abstract

Electrogastrography (EGG) is a non-invasive method to record gastric myoelectrical activity by means of electrodes placed on the abdominal surface. This technique allows to obtain information about gastric myoelectrical activity and indirectly about gastric motility, without affecting its physiological functions. Except traditional parameters of single channel EGG such as: dominant frequency and power, instability coefficient of dominant frequency and power, percentage of normo-, brady- and tachygastry, the multichannel electrogastrography allows for estimation and registration of the slow waves coupling and propagation as well as to improve detection of abnormalities in gastric myoelectrical activity. Many agents connected with signal detection and analysis, test meal and normative values affect the final result of EGG recording. The trials defining normative data for healthy children and optimal composition of the test meal are conducted. It seems that the establishment of standard protocol of EGG is essential.

EGG in children is useful in variety of functional gastrointestinal disorders, as well as gastroesophageal reflux disease and some organic disorders e.g. diabetes mellitus. Some of these diseases are connected with gastric myoelectrical activity abnormalities but others are not easily associable with them and as such are in need of additional investigations. Despite of a rapid development of electrogastrography difficulties in finding correlations between disturbances in myoelectric stomach function and gastric motility, impaired gastric emptying and symptoms of particular disease still remain. On the other hand a normal EGG does not exclude the disease.

Key words: electrogastrography, gastric myoelectrical activity, gastrointestinal diseases, children

DEV. PERIOD MED., 2014, XVIII, 3, 367-373

Czynność motoryczna przewodu pokarmowego podlega złożonej regulacji i jest kontrolowana przez ośrodki znajdujące się w centralnym układzie nerwowym, rdzeniu przedłużonym, zwojach kręgowych oraz neuronach motorycznych układu autonomicznego przewodu pokarmowego. Żołądkowo-jelitowy układ nerwowy (ENS, *enteric nervous system*) warunkuje prawidłowe funkcjonowanie przewodu pokarmowego. W układzie autonomicznym żołądka generowane są dwa rodzaje impulsów: potencjał rozrusznikowy-fale wolne (ECA, *electrical control activity*) oraz potencjał czynnościowy-iglice (ERA, *electrical response activity*), które warunkują prawidłową czynność motoryczną żołądka (1).

Potencjał rozrusznikowy, czyli fale wolne powstają w rejonie rozrusznikowym (dominant pacemaker) umiejscowionym na krzywiźnie większej w okolicy dna żołądka. Fale wolne generowane w rejonie rozrusznikowym z częstością ok. 3 cykli/min. (cmp, *cycle per minute*) są odpowiedzialne za prawidłową koordynację skurczów żołądka. Do wystąpienia skurczu konieczne jest nałożenie się na fazę depolaryzacji fali wolnej potencjału czynnościowego (ERA) (2). Tego typu aktywność elektryczna pojawia się po spożyciu posiłku (3). W okresie między posiłkami dominuje międzytrawienny wędrujący kompleks motoryczny (IDMMC, *interdigestive migration motor complex*) powstający w przełyku i żołądka i rozprzestrzeniający się wzdłuż całego przewodu pokarmowego. Jest on odpowiedzialny za oczyszczanie przewodu pokarmowego z niestrawionych resztek pokarmowych (4).

Przezkórna elektrogastrografia (EGG) jest nieinwazyjną metodą polegającą na zapisie i analizie prądów czynnościowych odzwierciedlających czynność mioelektryczną żołądka za pomocą elektrod umieszczonych na powłokach brzusznych w rzucie żołądka. Badanie pozwala uzyskać informacje na temat aktywności elektrycznej żołądka, a pośrednio również o jego motoryce bez wpływu na fizjologiczną czynność narządu (3). Elektrogastrogram z powierzchni skóry odzwierciedla przebieg fal wolnych natomiast nie rejestruje potencjałów iglicowych aktywności mioelektrycznej żołądka, które znajdują pośrednio odbicie w zapisie poposiłkowym jako wzrost mocy dominującej (5). W licznych badaniach wykazano, że występuje ścisły związek pomiędzy zapisem otrzymany przy użyciu elektrod naskórnych, a zapisem rejestrowanym bezpośrednio z błony śluzowej lub surowiczej żołądka co

warunkuje kliniczną przydatność EGG (3, 6). W badaniach potwierdzono również powtarzalność zapisu EGG przeprowadzanego w pewnych odstępach czasu. Nie wykazano różnic między zapisami EGG powtarzonymi w odstępie średnio co 3 dni oraz odstępie średnio co 17,5 dnia. Powtarzalność uzyskiwanych parametrów elektrogastrogramu jest istotnie lepsza w okresie po stymulacji pokarmowej niż w okresie międzytrawiennym (7).

Obecnie preferowane i stosowane są wielokanałowe systemy rejestracji zapisu firmy Synectics (Medtronic) zaopatrzone w automatyczny test impedancji skóry dla każdego kanału oraz opcjonalnie czujnik ruchu, umożliwiający wyeliminowanie z zapisu artefaktów ruchowych. W przypadku braku czujnika ruchu elektrogastrogram należy poddać ocenie wzrokowej w celu identyfikacji i ręcznego usunięcia występujących artefaktów (2). W celu redukcji artefaktów ruchowych, oddechowych oraz związanych z aktywnością elektryczną serca i jelit stosowane są specjalne układy filtrujące zapis (cut off) z punktem odcięcia częstotliwości na 0,5 Hz. Specjalistyczne oprogramowanie do analizy zapisu EGG-Polygram Net wykorzystuje analizę matematyczną Fouriera (FFT, *fast fourier transformation*) (2). Dla uzyskania poprawnego technicznie zapisu znaczenie ma również wysoka jakość użytych elektrod, dostosowanie ich wielkości do grupy wiekowej (8) oraz sposób umieszczenia i umocowania elektrod na powłokach brzusznych. Standardowo cztery elektrody aktywne służące do rejestracji sygnału są umieszczane dokładnie w rzucie osi długiej żołądka, a pozostałe dwie referencyjna i uziemiająca odpowiednio w rzucie wyrostka mieczykowatego mostka i w lewym śródbrzuszu. Dokładny opis umiejscowienia elektrod podaje instrukcja producenta dla rejestratora Polygraf ID (9).

Jednokanałowy system rejestracji czynności mioelektrycznej żołądka pozwala na ocenę podstawowych parametrów elektrogastrogramu: częstotliwości i mocy dominującej żołądkowych fal wolnych, współczynnik niestabilności częstotliwości, współczynnik niestabilności mocy oraz umożliwia obserwację zmian tych parametrów w odpowiedzi na posiłek testowy (2). Częstotliwość dominująca (DF, *dominant frequency*) określa częstotliwość fali wolnej, której odpowiada największa moc zwana mocą dominującą (DP, *dominant power*). DF może być kwalifikowana jako normogastria (2-4 cmp) oraz dys-

rytmie: bradygastria (0,5-2 cmp) oraz tachygastria (4-10 cmp)(6). Normy rekomendowane przez polskich autorów konsensusu wrocławskiego wynoszą odpowiedni dla normogastrii 2,4-3,7 cmp, dla bradygastrii <2,4 cmp, dla tachygastrii >3,7 cmp (2). W przypadku gdy częstotliwości dominującej nie udaje się zidentyfikować fragment elektrogastrogramu klasyfikowany jest jako arytmia. Dominująca moc (DP, dominant power) jest zależna od amplitudy i regularności zapisu, rośnie wraz ze wzrostem tych parametrów, odzwierciedla w znacznym stopniu siłę skurczów żołądka, a tym samym dostarcza pośrednich informacji na temat motoryki (3). Współczynnik niestabilności częstotliwości (DFIC, *dominant frequency instability coefficient*) wskazuje na stopień niestabilności częstotliwości dominujących fal wolnych. Zmniejszenie DFIC po posiłku związane jest ze wzrostem stabilności zapisu EGG (10). Współczynnik niestabilności mocy (DPIC, *dominant power instability coefficient*) opisuje stopień niestabilności dominującej mocy fal wolnych.

ZASTOSOWANIE KLINICZNE I INTERPRETACJA ELEKTROGASTROGRAMÓW

W elektrogastrogramie zdrowego człowieka prawidłowe fale wolne powinny stanowić powyżej 70% czasu rejestracji. Pozostałe 30% mieści się w zakresie odpowiadającym dysrytmom żołądkowym: bradygastrii, tachygastrii i arytmii. Prawidłowe fale wolne o częstotliwości 2-4 cpm generowane są w strefie rozrusznikowej żołądka przez śródmiażdżowe komórki Cajala i rozchodzą się od trzonu w kierunku antrum. Bradygastria to obserwowana w EGG zmniejszona częstotliwość fal wolnych mieszcząca się w zakresie 0,5-2 cmp o regularnym zapisie, generowanych przez właściwy rozrusznik żołądka, który pracuje jednak ze zbyt małą częstotliwością. Występowanie bradygastrii może świadczyć o braku czynności skurczowej lub o silnych, ale powolnych skurczach. Zwiększona częstotliwość fal wolnych w zakresie 4-9 cpm z prawidłowym kształtem fali oraz obniżoną amplitudą cechuje tachygastrię, która jest generowana przez rozrusznik ektopowy umiejscowiony w dystalnej części antrum i rozprzestrzenia się w kierunku trzonu żołądka. Występowanie tachygastrii kojarzone jest ze zmniejszoną motoryką antrum i nieefektywnym opróżnianiem żołądka, co klinicznie manifestuje się nudnościami i wymiotami. Arytmia to całkowicie nieregularny zapis fal wolnych żołądka z brakiem częstotliwości dominującej, może być wynikiem wędrującego rozrusznika ektopowego generującego fale wolne o zmiennej częstotliwości (brady- i tachyarytmia). Arytmię w zapisie EGG obserwuje się u chorych z opóźnionym opróżnianiem żołądkowym (6, 11).

W efekcie spożycia posiłku u zdrowych ludzi obserwuje się określone zmiany czynności mioelektrycznej żołądka w stosunku do zapisu międzytrawiennego, spowodowane nasileniem czynności skurczowej i aktywacją układu sympatycznego. Wzrasta wartość częstotliwości dominującej (DF), obniża się współczynnik niestabilności częstotliwości (DFIC) odzwierciedlając stabilizację dominującej częstotliwości w okresie poposiłkowym, wzrasta dominująca moc (DP) wskazując na większą intensywność

i regularność fal wolnych po posiłku oraz wzrasta względny udział czasowy normogastrii w zapisie (10). Zmianę mocy związaną ze spożyciem posiłku testowego opisuje poposiłkowy wskaźnik zmiany mocy (PR, power ratio), którym jest stosunek DP w okresie poposiłkowym do jej wartości z okresu międzytrawiennego. Wartość tego współczynnika większa od 1 wskazuje na prawidłowy wzrost amplitudy i regularności fal wolnych w okresie poposiłkowym, natomiast wartość poniżej 1 związana jest z zaburzeniami odpowiedzi żołądka na przyjęty posiłek (6). Zaburzenia rytmu i amplitudy fali wolnej mogą wskazywać na opóźnienie opróżniania żołądkowego, jednak stwierdzane nieprawidłowości w EGG nie wykluczają prawidłowego opróżniania (3).

Zastosowanie wielokanałowego systemu rejestracji sygnału daje możliwość oceny aktywności elektrycznej poszczególnych części żołądka oraz określenia stopnia sprzężenia fal wolnych i kierunku ich propagacji na podstawie różnic wektora napięć pomiędzy poszczególnymi kanałami zapisu (6), ponadto zwiększa wykrywalność nieprawidłowości w elektrogastrograficznym zapisie czynności elektrycznej żołądka (12). Wartości częstotliwości dominującej rejestrowane w różnych częściach żołądka u zdrowych dorosłych są podobne, co świadczy o sprzężeniu fal wolnych i potwierdza występowanie jednego rozrusznika w żołądku (5). Różne częstotliwości dominujące, zapisywane z poszczególnych elektrod, wskazują na rozprężenie fal wolnych obrazując brak synchronizacji między różnymi częściami żołądka i mogą świadczyć o zaburzonej czynności motorycznej żołądka (6). Odsetek sprzężonych fal wolnych (%SWC, *slow wave coupling*) jest to obliczany dla każdej pary elektrod względny udział czasowy ramek, dla których różnica częstotliwości dominującej w zapisie z danej pary kanałów nie przekracza 0,2 cmp w całkowitej liczbie rozpatrywanych ramek. Średni stopień sprzężenia fal wolnych pokazuje uśredniony odsetek sprzężonych fal wolnych dla wszystkich sześciu rozpatrywanych par kanałów (12).

Badanie elektrogastrograficzne przeprowadzane jest w dwóch etapach. W pierwszym trwającym od 30 do 60 min. prowadzonym na czczo po okresie spoczynku nocnego, rejestrowany jest zapis czynności mioelektrycznej żołądka w okresie międzytrawiennym. Następnie po spożyciu posiłku testowego, którego celem jest wzbudzenie poposiłkowego wzoru aktywności mioelektrycznej żołądka, zapis prowadzony jest przez 60 do 120 min. Postuluje się dłuższy okres zapisu poposiłkowego, jednak ze względu na trudności w utrzymaniu względnie nieruchomej leżącej pozycji ciała wydaje się to trudne do osiągnięcia, szczególnie w populacji dziecięcej. W trakcie badania pacjent powinien znajdować się w wygodnej, niezmiennej w trakcie obu etapów badania, pozycji leżącej lub półleżącej z uniesioną górną połową ciała pod kątem nie większym niż 45 stopni (2). Badanie powinno być prowadzone w ciepłym i cichym pomieszczeniu z maksymalnym ograniczeniem ruchów badanego oraz zachowaniem milczenia.

Wynik badania EGG w populacji dorosłej jest zależny od wielu czynników: rodzaju posiłku testowego, stanu emocjonalnego, snu, a u kobiet również od fazy cyklu

miesiączkowego (10). Inne wielośrodkowe badania ujawniły, że parametry elektrogastrogramu są zależne również od wskaźnika masy ciała i pochodzenia etnicznego, jednakże nie wskazywały na wpływ wieku i płci (6). Wpływ wieku, płci, indeksu masy ciała (BMI) oraz rodzaju posiłku testowego w populacji pediatrycznej jest przedmiotem badań. Niedojrzałość elektryczna żołądka u dzieci warunkuje różnice w zapisie EGG w stosunku do populacji dorosłej. Wraz z wiekiem dziecka i dojrzewaniem układu nerwowego obserwuje się istotne zmiany w zapisie EGG szczególnie w pierwszej dekadzie życia. Zwraca uwagę wysoki odsetek bradygastrii, który zmniejsza się z wiekiem, występuje też niestabilność rytmu oraz duża amplituda zmian parametrów elektrogastrogramu w odpowiedzi na stymulację pokarmową. Prawidłowy zapis EGG u dzieci oznacza występowanie powyżej 75% normogastrii w takcie badania. Odsetek sprężenia fal wolnych dla każdej pary elektrod powinien przekraczać 55% (2, 11, 13).

Próbę ustalenia zakresu wartości prawidłowych parametrów określanych w wielokanałowej elektrogastrografii w populacji dziecięcej podjął *Strój L.* i wsp. wykonując badania na grupie 292 zdrowych dzieci z prawidłową masą ciała (14). Zapis EGG prowadzony był przez 30 min. w okresie międzytrawiennym u dzieci pozostających na czczo. Po podaniu dzieciom posiłku testowego w postaci jogurtu owocowego (dzieciom do 11. roku życia 150 g o wartości energetycznej 142 kcal, dzieciom powyżej 11 lat 300 g o wartości energetycznej 284 kcal) zapis poposiłkowy prowadzono przez 90 min. Dokonano analizy w 3 grupach wiekowych (6-9, 10-11, 12-15 lat) odrębnie dla każdej płci oraz dla okresu przed i poposiłkowego, następujących parametrów elektrogastrogramu: DF, DP, DFIC, zmiany DF (Δ DF) i DP (Δ DP) wywołane symulacją pokarmową oraz względny udział czasowy normo-, brady- i tachygastrii w zapisie. Jogurt owocowy zastosowany jako posiłek testowy spowodował istotny wzrost w zapisie poposiłkowym parametrów: DF, DP i normogastrii oraz zmniejszenie DFIC oraz dysrytmii w stosunku do zapisu uzyskanego w okresie międzytrawiennym (14). Wydaje się, że objętość i kaloryczność wybranego posiłku testowego jest efektywnym stymulatorem poposiłkowego wzoru mioelektrycznej czynności żołądka. Wartości opisywanych parametrów elektrogastrogramów u dzieci zdrowych wykazują znaczną zmienność osobniczą. Dzieci w wieku 6-9 lat wyróżniała bardzo duża amplituda zmian parametrów elektrogastrogramu w odpowiedzi na stymulację pokarmową, wraz z wiekiem zmniejszała się również wartość DF jednak w każdej grupie wiekowej pozostawała w zakresie normogastrii (2-4 cpm). Ujawniono również różnice czynności mioelektrycznej żołądka związane z płcią, w elektrogastrogramach dziewczynek występował większy odsetek tachygastrii, ponadto dziewczynki w najstarszej grupie wiekowej wykazywały istotnie mniejszy poposiłkowy wzrost DP. Wcześniejsze badania przeprowadzone przez *Levygo* i wsp. (10) nie wskazywały na zależność parametrów EGG od wieku i płci. Autorzy ci nie znaleźli również istotnych różnic między pacjentami z BMI >90, a grupą z prawidłową masą ciała w ocenianych parametrach elektrogastrogramów. Stosowany w tym badaniu

stały posiłek testowy obfity i o znacznej kaloryczności był przyczyną trudności w spożyciu go przez młodsze dzieci w całej przewidzianej porcji (10).

Skład, objętość, kaloryczność i konsystencja zastosowanego posiłku testowego ma wpływ na parametry elektrogastrogramu rejestrowanego w okresie poposiłkowym, np. posiłek niskokaloryczny, o małej objętości lub o płynnej konsystencji może nie wywołać oczekiwanego wzoru aktywności mioelektrycznej (3, 6, 12), a zastosowanie posiłku bezkalorycznego powoduje dezorganizację czynności mioelektrycznej żołądka (5). Kaloryczność posiłku testowego powinna wynosić ok. 30% całodobowej ilości kalorii dla danego wieku. Autorzy konsensusu wrocławskiego dotyczącego zasad przeprowadzania badania EGG zalecają następujące posiłki testowe: posłodzony jogurt, zbilansowany posiłek standardowy, np. Nutridrink lub Fresubin, tradycyjny posiłek złożony z kanapki z dwoma jajkami na twardo lub jajecznicę z dwóch jaj z dwoma kromkami pieczywa posmarowanymi margaryną lub masłem z dodatkiem 120 ml wody. U dzieci odpowiedniejszy i lepiej akceptowany wydaje się posiłek półpłynny w postaci jogurtu lub posiłku standardowego w ilości uzależnionej od wieku i masy ciała pacjenta (2). Obecnie brak opracowanego jednolitego standardu dla składu posiłku testowego zarówno u dorosłych jak i dzieci. W poszczególnych badaniach stosowane są posiłki testowe o różnym składzie i kaloryczności co niewątpliwie utrudnia porównywanie wyników uzyskiwanych przez różnych badaczy. Badanie porównujące w populacji dorosłej wpływ dwóch różnych posiłków stałych na poposiłkowy wzór aktywności wykazało, że spożycie naleśnika o wartości kalorycznej 355 kcal wywołało silniejszą stymulację pokarmową żołądka w porównaniu z jajecznicą-omletem o podobnej kaloryczności. W zapisie poposiłkowym EGG po spożyciu naleśnika odnotowano silniejszy wzrost udziału normogastrii, wzrost siły dominującej oraz wzrost stopnia sprężenia fal wolnych. W związku z tym wybór naleśnika jako posiłku testowego wydaje się bardziej uzasadniony (12). Również zastosowanie jogurtu owocowego jako posiłku testowego wykazało pozytywny wpływ na poposiłkowy zapis EGG w postaci między innymi wzrostu mocy i częstotliwości dominującej, co uzasadnia jego wybór jako posiłku testowego w trakcie badania elektrogastrograficznego (5).

Ograniczeniem EGG nadal pozostają liczne zakłócenia sygnału czynności mioelektrycznej żołądka. Na zapis sygnału przez elektrody umieszczone na powierzchni brzucha wpływają między innymi elektryczna aktywność serca i jelit, czynność oddechowa oraz aktywność ruchowa badanego (6). Artefakty ruchowe zakłócają zapis. Widoczne są jako nagle wychylenia o wysokiej amplitudzie. Nadal są subiektywnie identyfikowane i usuwane ręcznie.

Niska swoistość badania przejawia się między innymi w trudnościach ze znalezieniem związku między zmianami rejestrowanymi w zapisie EGG a określonymi zaburzeniami motoryki żołądka. W różnych schorzeniach przewodu pokarmowego mogą występować podobne nieprawidłowości w zapisie EGG. Obecnie EGG nie wykazuje i nie różnicuje określonych schorzeń przewodu pokarmowego,

wskazuje jedynie na związek zaburzeń motoryki żołądka z różnymi stanami patologicznymi. Istotne odchylenia od wartości normatywnych oraz brak poposiłkowego wzoru aktywności mioelektrycznej żołądka ma związek z zaburzeniami żołądkowo-jelitowymi. Objawom ze strony górnego odcinka przewodu pokarmowego takim jak: nudności, wymioty, uczucie wczesnej sytości, gniecenie w nadbrzuszu często towarzyszą zaburzenia mioelektrycznej czynności żołądka stwierdzone w EGG. W diagnostyce zaburzeń motoryki przewodu pokarmowego najlepsze wydaje się łączne stosowanie badania EGG oraz oceny opróżniania żołądkowego (13).

Zaburzenia czynności mioelektrycznej żołądka stwierdza się u dzieci z czynnościowymi zaburzeniami przewodu pokarmowego takimi jak: czynnościowe bóle brzucha, niestrawność czynnościowa, zespół jelita drażliwego, cykliczne wymioty, a także w przypadkach alergii pokarmowej, w chorobie refluksowej przełyku, chorobie lokomocyjnej, bulimii czy jadłowstręcie psychicznym. W niektórych chorobach organicznych: cukrzyca, sklerodermia, mukowiscydozie, miopatiach, neuropatiach, nadczynności tarczycy występują także nieprawidłowości w zapisie EGG (13).

Czynnościowe bóle brzuch powodowane są złożonymi zaburzeniami patofizjologicznymi w tym dotyczącymi funkcji motorycznych żołądka. W badaniu oceniającym zapis EGG u dzieci z bólami brzucha o charakterze czynnościowym oraz związanymi z zapaleniem błony śluzowej żołądka wykazano zaburzenia czynności elektrycznej żołądka w obu badanych grupach, głównie w okresie przedposiłkowym (15). Większy odsetek dysrytmii stwierdzano w grupie pacjentów z zapaleniem błony śluzowej żołądka bez infekcji *H. pylori* (15). Nie udało się ustalić cech zapisu charakterystycznych dla tych zaburzeń, jedynie u dzieci z czynnościowymi bólami brzucha współczynnik niestabilności mocy (DPIC) w fazie poposiłkowej był statystycznie wyższy, co może wskazywać na zaburzenia potencjałów czynnościowych w tej fazie i tłumaczyć jeden z patomechanizmów czynnościowych bólów brzucha (15). Należy zauważyć, że u 31% dzieci z czynnościowymi bólami brzucha i 27% dzieci z zapaleniem błony śluzowej żołądka stwierdzono brak zaburzeń zapisu EGG (15). Stwierdzone w EGG zaburzenia nie są więc charakterystyczne dla określonej jednostki chorobowej, a prawidłowy zapis nie wyklucza choroby.

W badaniu przeprowadzonym u dzieci i młodzieży z objawami dyspeptycznymi stwierdzono, że zapalenie błony śluzowej żołądka związane z zakażeniem *Helicobacter pylori* oraz obecność kwaśnego refluksu żołądkowo-przełykowego ma wpływ na zapis EGG (16). Zmiany w zapisie dotyczące głównie zapisu przedposiłkowego z części proksymalnej żołądka są niejednolite, niejednoznaczne i niecharakterystyczne dla konkretnego schorzenia. U dzieci z zakażeniem *H. pylori* bez objawów GER obserwowano w zapisie przedposiłkowym znad proksymalnej części żołądka zwiększenie odsetka arytmii oraz ograniczenie elektrycznej synchronizacji między różnymi obszarami tej części. W przypadku kiedy zakażeniu *H. pylori* towarzyszyły objawy GER stwierdzano również ograniczenie elektrycznej synchronizacji

między różnymi obszarami żołądka przed posiłkiem oraz zwiększenie odsetka arytmii po posiłku (16).

W patogenezie choroby refluksowej przełyku dominującą rolę przypisuje się przemijającej lub trwałej niewydolności dolnego zwieracza przełyku (LES, *low esophageal sphincter*). Obecnie uważa się, że zwiększenie liczby spontanicznych relaksacji LES spowodowane jest rozciągnięciem żołądka powstałym w wyniku zaburzonego opróżniania żołądkowego. Nieprawidłowości w opróżnianiu żołądkowym mogą być związane z zaburzeniami czynności mioelektrycznej żołądka (4). Zaburzenia motoryki przewodu pokarmowego obecne są u 40-50% pacjentów z GERD. W populacji dziecięcej część objawów sugerujących GERD może nie być związana z epizodami zarzucania treści z żołądka do przełyku lecz z zaburzeniami motoryki żołądka. Przemawia za tym rzadsze występowanie powikłań przełykowych GERD u dzieci oraz częściej stwierdzone zaburzenia czynności mioelektrycznej żołądka w tej grupie wiekowej. W badaniu analizującym występowanie zaburzeń czynności mioelektrycznej u dzieci i młodzieży z objawami klinicznymi sugerującymi GERD stwierdzono zaburzenia w zapisie wielokanałowej EGG u prawie wszystkich badanych, w tym u 100% dzieci z GERD potwierdzonym metodą pH-impedancji. Ponadto stwierdzono brak różnic w zapisie pomiędzy grupami z refluksiem kwaśnym, mieszanym i bez cech refluksu co sugeruje, że obserwowane u nich objawy kliniczne mogą być związane z zaburzeniami motoryki żołądka, a nie z obecnością refluksu. W grupie pacjentów z niekwaśnym refluksiem żołądkowo-przełykowym stwierdzono charakterystyczne zmiany w zapisie EGG pod postacią większego odsetka bradygastrii poposiłkowej sugerujące inny mechanizm zaburzeń motorycznych (11). Nieprawidłowy zapis w EGG stwierdzano również u niemowląt z refluksiem żołądkowo-przełykowym w postaci częstszego występowania tachygastrii poposiłkowej w stosunku do grupy zdrowych niemowląt (13).

Niestrawność czynnościowa jest częstym wskazaniem do wykonania badania elektrogastrograficznego u dzieci. Występujące objawy takie jak ból lub dyskomfort w środkowym nadbrzuszu, uczucie wczesnej sytości, pełności poposiłkowej, wzdęcia, nudności oraz wymioty związane są z zaburzeniami opróżniania żołądka, z niższym progiem czucia trzewnego, nieprawidłową dystrybucją pokarmu w żołądku, zaburzoną akomodacją żołądka w okresie poposiłkowym. Rola żołądka w procesie pasażu pokarmu polega na przyjęciu, czasowym zmagazynowaniu, rozdrobnieniu, zmieszaniu oraz przemieszeniu pokarmu do dalszych części przewodu pokarmowego. Proces ten wymaga prawidłowej koordynacji i odpowiedniej czynności motorycznej części antralnej i oddźwiernikowej, a zaburzenia tej czynności mogą prowadzić do nieprawidłowego opróżniania żołądka. Dotychczas jednak nie ustalono ścisłego związku pomiędzy określonymi zaburzeniami czynności elektrycznej żołądka, a opóźnionym opróżnianiem żołądkowym (13). Również zapis EGG nie różnicował dzieci z dyspepsją czynnościową bez i z towarzyszącym zapaleniem błony śluzowej żołądka, zaobserwowano jedynie, że zaburzenia rytmu w EGG dotyczyły głównie fazy przedposiłkowej (17). Niemniej

u dzieci z niestrawnością czynnościową częściej stwierdza się mniejszy odsetek normogastrii, dysrytmie, brak wzrostu mocy dominującej w okresie poposiłkowym oraz niestabilność zapisu przed i poposiłkową (13). Obecność zaburzeń czynności mioelektrycznej sugeruje czynnościowe tło dolegliwości. Zmiany obecne w EGG korelują z opóźnionym opróżnianiem żołądka u 66% pacjentów z dyspepsją (18).

Innym zaburzeniem czynnościowym, w którym obserwowuje się nieprawidłowy zapis czynności mioelektrycznej żołądka jest zespół cyklicznych wymiotów (CVS, *cyclic vomiting syndrome*). Zespół ten charakteryzuje się występowaniem dwóch lub więcej epizodów niepowściągliwych wymiotów trwających od kilku godzin do kilku dni, oddzielonych okresami bezobjawowymi, przy braku objawów przemawiających za chorobą metaboliczną, przewodu pokarmowego lub ośrodkowego układu nerwowego oraz braku zaburzeń biochemicznych (1). Elektrogastrogram rejestrowany podczas epizodu wymiotów wykazuje tachygastrię przed i poposiłkową, a w okresie bezobjawowym tachygastrię po posiłku. U większości dzieci można wykazać nieprawidłowe opróżnianie żołądkowe (13).

Badanie EGG może być również użyteczne w ocenie zaburzeń motoryki żołądka w grupie dzieci z cukrzycą typu 1. Gastropareza cukrzycowa przejawiająca się poposiłkowym uczuciem pełności w nadbrzuszu, dyskomfortem lub bólem w nadbrzuszu, zaburzeniami opróżniania żołądkowego jest częstym powikłaniem cukrzycy. Złożona etiologia tego schorzenia jest wiązana między innymi z zaburzeniami unerwienia przewodu pokarmowego i nieprawidłową motoryką żołądka. Współistnienie zakażenia *H. pylori* może wpływać na nasilenie objawów gastroparezy u chorych z cukrzycą. W badaniu oceniającym wpływ infekcji *H. pylori* na zmiany czynności mioelektrycznej żołądka u dzieci z cukrzycą typu 1 stwierdzono wyższy procent występowania dysrytmii żołądkowych głównie o typie bradygastrii w okresie przed posiłkiem. W okresie poposiłkowym u wszystkich dzieci z cukrzycą obserwowano poprawę zapisu EGG jednak nadal dominowała bradygastria. Częstość występowania bradygastrii była największa w grupie dzieci z cukrzycą i towarzyszącym zakażeniem *H. pylori*, co wskazuje, że zakażenie tym patogenem jest czynnikiem dodatkowo pogarszającym czynność mioelektryczną żołądka. U chorych z większymi zaburzeniami czynności mioelektrycznej żołądka objawy gastroparezy są silniej wyrażone, a cukrzyca ma cięższy przebieg (19).

PODSUMOWANIE

Zalety EGG, szczególnie doceniane w pediatrii, jak nieinwazyjność badania, brak wpływu na fizjologiczną czynność żołądka, dobra tolerancja i akceptacja przez badane dzieci powodują, że zainteresowanie rozwojem i wykorzystaniem tego badania rośnie. Mimo intensywnego rozwoju metody nadal wiele kwestii pozostaje nierozstrzygniętych. Do tej pory nie opracowano standardów dla zalecanego położenia elektrod, długości zapisu EGG oraz posiłku testowego, jak również metod analizy

zapisu. Znaczenie niektórych parametrów opisywanych w EGG pozostaje niewyjaśnione. Definiowane są również zróżnicowane zakresy norm wśród różnych badaczy. W związku z tym koniecznością widać się ustanowienie jednolitego standardu wykonywania badania elektrogastrograficznego. Trudności w znalezieniu związku między zmianami rejestrowanymi w EGG, a motoryką żołądka i zaburzeniami opróżniania żołądkowego powodują, że pytanie: czy zaburzenia mioelektryczne żołądka są czynnikiem sprawczym danego zespołu chorobowego pozostaje otwarte (18).

PIŚMIENNICTWO

1. Iwańczak B., Iwańczak F.: Odrębności kliniczne zaburzeń czynnościowych przewodu pokarmowego u dzieci. In: Paradowski L.: Zaburzenia czynnościowe przewodu pokarmowego. Wrocław, Cornetis sp. z o.o., 2007, 161-197.
2. Iwańczak B., Pytrus T., Fyderek K., Kaczmarski M., Uścińowicz M., Jonderko K.P. et al.: Podstawowe zasady badania oraz znaczenie kliniczne elektrogastrografii (EGG) u dzieci i dorosłych – konsensus wrocławski. Gastroenterol. Pol. 2010, 17 (2), 105-110.
3. Książczyńska D.: Elektrogastrografia. In: Paradowski L.: Zaburzenia czynnościowe przewodu pokarmowego. Wrocław, Cornetis sp. z o.o., 2007, 64-70.
4. Tarnowski W., Bielecki K.: Zaburzenia czynności mioelektrycznej i motorycznej żołądka. Gastroenterol. Pol. 2004, 3(1), 41-47.
5. Krusiec-Świdergoł B., Banasik A., Kasicka-Jonderko A., Jonderko K.: Porównanie wpływu płynnego obciążenia bezkalorycznego i płynnego posiłku kalorycznego na mioelektryczną czynność żołądka ocenianą techniką elektrogastrografii wielokanałowej. Ann. Acad. Med. Siles. 2010, 64, 15-22.
6. Krusiec-Świdergoł B., Jonderko K., Pudętko M.: Przeszłość i teraźniejszość elektrogastrografii – rozwój metody. Ann. Acad. Med. Siles. 2007, 61, 352-358.
7. Tomczyk A., Jonderko K.: Elektrogastrografia wielokanałowa jako narzędzie do badania czynności mioelektrycznej żołądka – ocena powtarzalności parametrów elektrogastrogramu w okresie międzytrawiennym i poposiłkowym. Ann. Acad. Med. Siles. 2007, 61, 392-400.
8. Kasicka-Jonderko A., Jonderko K., Krusiec-Świdergoł B., Obrok I., Blonska-Fajfrowska B.: Comparison of multichannel electrogastrograms obtained with the use of three different electrode types. J. Smooth Muscle Res. 2006, 42(2-3), 89-101.
9. Medtronic A.S.: Poygram Net TM reference manual. Skovlunde (Denmark) 2002.
10. Levy J., Harris J., Chen J., Sapoznikov D., Riley B., De La Nuez W. et al.: Electrogastrographic norms in children: toward the development of standard methods, reproducible results, and reliable normative data. J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr. 2001, 33(4) 455-461.
11. Romańczuk B., Szaflarska-Popławska A., Romańczuk H.: Ocena czynności mioelektrycznej żołądka u dzieci i młodzieży z chorobą refluksową przełyku. Przegl. Gastroenterol. 2012, 7(2), 94-102.
12. Kasicka-Jonderko A., Galas E., Krusiec-Świdergoł B., Jonderko K.: Porównanie technik elektrogastrografii wielokanałowej

- poposiłkowego wzoru mioelektrycznej czynności żołądka po spożyciu dwóch rodzajów stałego posiłku próbnego. *Ann. Acad. Med. Siles.* 2010, 64, 7-14.
13. Pytrus T., Iwańczak B.: Znaczenie elektrogastrografii w diagnostyce wybranych chorób przewodu pokarmowego u dzieci. *Przegl. Gastroenterol.* 2008, 3, 41-47.
 14. Stroj L., Krusiec-Swidergol B., Kasicka-Jonderko A., Jonderko K., Blonska-Fajfrowska B.: [Application of electrogastrography in pediatrics. Part I. Definition of normal ranges of parameters of an electrogastrogram in Polish children]. *Wiad. Lek.* 2007, 60(11-12), 517-524.
 15. Uscinowicz M., Jarocka-Cyrta E., Kaczmarek M.: [Electrogastrography in children with functional abdominal pain and gastritis]. *Pol. Merkur. Lek.* 2005, 18(103), 54-57.
 16. Szaflarska-Popławska A., Parzecka M., Zielinska I.: [Gastric myoelectrical activity in children and youth with dyspeptic symptoms]. *Pol. Merkur. Lek.* 2006, 21(124), 325-329.
 17. Uscinowicz M., Jarocka-Cytra E., Kaczmarek M.: Zaburzenia motoryki przewodu pokarmowego u dzieci z dyspepsją czynnościową. *Ped. Współ.* 2003, 5(3), 157-160.
 18. Riezzo G., Russo F., Indrio F.: Electrogastrography in adults and children: the strength, pitfalls, and clinical significance of the cutaneous recording of the gastric electrical activity. *Biomed. Res. Int.* 2013, Article ID: 282757, 2013. DOI:10.1155/2013/282757.
 19. Toporowska-Kowalska E., Wąsowska-Królikowska K., Bodalski J., Szadkowska A.: Czynność mioelektryczna żołądka u dzieci z cukrzycą typu pierwszego i zakażeniem *Helicobacter pylori*- doniesienie wstępne. *Pediatr. Współcz.* 2002, 4(3), 347-349.

Konflikt interesu/Conflicts of interest

Autorka pracy nie zgłasza konfliktu interesów.
The Author declares no conflict of interest.

Received/Nadesłano: 11.03.2014 r.

Accepted/Zaakceptowano: 29.04.2014 r.

Published online/Dostępne online

Adres do korespondencji:

Tatiana Jamer

II Katedra i Klinika Pediatrii, Gastroenterologii i Żywienia

Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu

ul. M. Curie-Skłodowskiej 50/52, 50-369 Wrocław

tel.: (71) 770-30-45, (71) 770-30-48, (71) 770-30-51

faks: (71) 770-30-46

e-mail: tatiana.jamer@gmail.com