

# Diagnostyka obturacyjnych zaburzeń oddychania podczas snu u dzieci

## Obstructive sleep disordered breathing in children

MAGDALENA MARIA ŁAPIENIS<sup>1/</sup>, DANUTA GRZYCIŃSKA<sup>2/</sup>

<sup>1/</sup> Oddział Laryngologii Onkologicznej WSS im M. Kopernika w Łodzi, ul. Paderewskiego 4, 93-509 Łódź

<sup>2/</sup> Klinika Otolaryngologii, Audiologii i Foniatrii Dziecięcej UM w Łodzi, ul. Sporna 36/80, 91-738 Łódź

**Wprowadzenie.** Obturacyjne zaburzenia oddychania (OZD) podczas snu obejmują swoim spektrum szereg jednostek chorobowych, stąd rozpoznanie choroby nie jest łatwe. Zadaniem otolaryngologa jest ustalenie przyczyny powstawania obturacji.

**Cel.** Celem pracy jest ocena wartości wybranych metod diagnostycznych stosowanych u dzieci z obturacyjnymi zaburzeniami oddychania.

**Materiał i metody.** Badaniem objęto 102 dzieci w wieku od 2 do 16 lat, w tym dzieci z powiększonym migdałkiem gardłowym (grupa M1), dzieci z powiększonym migdałkiem gardłowym i migdałkami podniebiennymi (grupa M2) oraz dzieci z powiększonym migdałkiem gardłowym i dużym przerostem migdałków podniebiennych (grupa M3; odległość między migdałkami <0,5 cm). Wszyscy pacjenci poddani zostali badaniu ankietowemu, przedmiotowemu i pulsoksymetrycznemu (PN). Spośród badanych dzieci wybrano losowo 42 dzieci, u których dodatkowo wykonano badanie polisomnograficzne (PSG).

**Wyniki.** Największy odsetek chorych – ok. 65%, stanowiły dzieci z grupy M3. W badaniu PN zaburzenia oddychania, którym towarzyszył obniżony poziom saturacji tlenem stwierdzono u 48% dzieci. Czynnikiem ryzyka obturacyjnych bezdechów sennych było współistnienie przerostu migdałków (przynależność do grupy M3) z zaburzeniami szczękowo-zgryzowymi. Stwierdzono istotnie znamienne korelacje między wystąpieniem obturacyjnych zaburzeń oddychania a podawanymi w ankiecie: bezdechami występującymi każdej nocy ( $p=0,04$ ), przynależnością do grupy M3 ( $p=0,019$ ) oraz obniżonym poziomem saturacji ( $p=0,038$ ). W modelu biorącym pod uwagę powyższe trzy zmienne (model trójczynnikiowy) ustalono, że wartość predykcji dodatniej rozpoznania OZD podczas snu u dzieci w oparciu o ten model, w odniesieniu do wyników badania PSG (jako metody referencyjnej), wynosi 81%.

**Wnioski.** Pulsoksymetria nocna może stanowić test przesiewowy dla pacjentów z zaburzeniami oddychania w czasie snu i ich kwalifikacji do badania PSG. Badanie polisomnograficzne, jako jedyne daje możliwość pełnego rozpoznania OZD podczas snu. W przypadku braku możliwości wykonania PSG, w praktyce lekarskiej przydatny może być zaproponowany trójczynnikiowy model diagnostyczny oparty o dane z wywiadu, badanie przedmiotowe i wynik PN.

*Otolaryngologia, 2005, 4(3), 125-133*

**Słowa kluczowe:** badanie pulsoksymetryczne nocne, badanie polisomnograficzne, obturacyjne zaburzenia oddychania podczas snu

**Introduction.** Obstructive sleep disordered breathing (OSDB) is a symptom of many diseases what makes the diagnosis difficult. The laryngologist is expected to find the causes of the obstruction.

**Aim.** The aim of this study is to assess the value of selected diagnostic methods in children with OSDB.

**Material and methods.** The study comprised 102 children from 2 to 16 years, including children with enlarged pharyngeal tonsil (group M1), with enlarged pharyngeal and palatine tonsils (group M2) and with enlarged pharyngeal and severely hypertrophic palatine tonsils (group M3; a distance between tonsils <0.5 cm). Questionnaire interview, physical examination and pulseoxymetry (PO) were performed in all children. Forty two (42) subjects were random-selected for polysomnography (PSG) testing.

**Results.** The majority (65%) of the patients belonged to group M3. The results of PO testing showed impaired breathing accompanied by lower oxygen saturation level in 48% children. Malocclusion in children with adenotonsillar hypertrophy (group 3) increases the risk of developing of OSDB. Statistically significant correlation was found to occur between OSDB and nocturnal apnoea ( $p=0.04$ ), belonging to the group M3 ( $p=0.019$ ), and decreased oxygen saturation level ( $p=0.038$ ). In a model considering the three variables specified above (three-compartment model) it was found that the positive predictive value for OSDB diagnosis in children based on this model, as compared to the results of PSG testing (reference method), was 81%.

**Conclusions.** Nocturnal pulseoxymetry may be used as a screening test for patients with OSDB to refer them to PSG testing. The latter is the only method to ensure complete OSDB diagnosis. When PSG testing is not feasible, the proposed three-compartment diagnostic model based on data from patient's history, physical examination and PO result may be considered as a valuable alternative.

*Otolaryngologia, 2005, 4(3), 125-133*

**Key words:** pulseoxymetry, polysomnography, obstructive sleep disordered breathing

Obturacyjne zaburzenia oddychania podczas snu (OZD) występują na skutek częściowego (częściowa obturacja) lub całkowitego (bezdech obturacyjny) zamknięcia górnych dróg oddechowych uniemożliwiającego przepływ powietrza. W czasie bezdechu obturacyjnego, mięśnie nosogardzieli są nieczynne, a mięśnie klatki piersiowej i mięśnie przepony pozostają czynne. U dzieci, za nieprawidłowe uważa się występowanie każdego bezdechu obturacyjnego, niezależnie od czasu jego trwania [1]. Do OZD podczas snu, począwszy od najłagodniejszego stanu chorobowego, zalicza się [2,3]: pierwotne chrapanie (*Primary Snoring* – PS), zespół oporu górnych dróg oddechowych (*Upper Airway Resistance Syndrome* – UARS), zespół obturacyjnych okresów spłyconego oddychania (*Obstructive Hypopnea Syndrome* – OHS), zespół obturacyjnych bezdechów sennych (*Obstructive Sleep Apnea Syndrome* – OSAS).

Najlepiej poznany spośród wymienionych 4 zaburzeń oddychania jest OSAS [4]. Stanowi on połączenie przedłużających się epizodów częściowej obturacji górnych dróg oddechowych (zmniejszonego o ponad 50% przepływu powietrza trwającego 4-6 sekund) i przejściowych bezdechów obturacyjnych, które zaburzają prawidłową wentylację podczas snu (powodując hipoksemię i hiperkapnię) oraz prawidłowy przebieg snu (wywołując przebudzenia) [5,6].

Wykorzystując wyniki badań polisomnograficznych (PSG), przyjmuje się, że OSAS u dzieci występuje gdy: indeks obturacyjnych bezdechów (*Obstructive Apnea Index*) – OAI > 1, indeks obturacyjnych bezdechów i epizodów częściowej obturacji górnych dróg oddechowych (*Obstructive Apnea Hypopnea Index*) – OAH > 5, minimalne utlenowanie krwi tętniczej – min-SpO<sub>2</sub> < 92% (95%) oraz utrzymuje się ponad 60% snu podwyższone końcowo-dechowe ciśnienie parcjalne CO<sub>2</sub> powyżej 45 mmHg [7].

OZD występują u dzieci w każdym wieku. Najczęściej jednak pomiędzy 2 a 5 rokiem życia i w okresie młodzieńczym [4,8].

Strukturalne przyczyny OZD podczas snu mogą znajdować się na jednym lub kilku poziomach górnych dróg oddechowych (nosa, gardła, krtani). Często miejsce obturacji ściśle związane jest z wiekiem dziecka. U dzieci zdrowych w wieku 3-5 lat najczęstszą przyczyną obturacji są przerosnięte migdałki podniebienne. Szczególnie istotna jest odległość między ich biegunami dolnymi, a także ich ruchomość i kształt, natomiast wielkość migdałków ma mniejsze znaczenie [2,9-11]. Również migdałek gardłowy ma ograniczony wpływ w powstawaniu bezdechów obturacyjnych.

Na nasilenie zaburzeń oddychania wpływają niektóre choroby współistniejące, m.in.: choroba refluksowa żołądkowo-przełykowa, otyłość, choroby nerwowo-mięśniowe, zaburzenia w obrębie twarzoczaszki, SIDS (*Sud-*

*den Infant Death Syndrome* – zespół nagłego zgonu niemowlęcia) i ALTE (*Apparent Life Threatening Event* – stan jawnie zagrażający życiu), zespół Downa oraz inne [3].

Objawy związane z OZD można podzielić na występujące podczas snu i obserwowane w ciągu dnia. W nocy dzieci śpią niespokojnie, często zmieniają pozycję ciała oraz intensywnie pocą się. Występuje charakterystyczne chrapanie i bezdechy senne [2,12]. Senność w ciągu dnia, jako jeden z najczęstszych objawów obturacji u dorosłych, u dzieci występuje znacznie rzadziej [13]. Wyjątkowo zdarza się poniżej 5 roku życia. Zaburzenia oddychania są powodem opóźnienia kolejnych etapów rozwoju fizycznego dziecka, między innymi rozmiarów klatki piersiowej, twarzy [14] oraz masy i wzrostu ciała [7,15]. Zbyt niska masa ciała jest spowodowana przez wiele czynników. Dzieci ze znacznym przerostem migdałków męczą się podczas jedzenia, mają gorszy apetyt i trudności w połknięciu [2,16]. Wzmoczenie wysiłku oddechowego podczas snu przyczynia się do zwiększonego wydatku energetycznego związanego z oddychaniem. Opóźnienie wzrostu spowodowane jest niedotlenieniem organizmu podczas snu i znacznym zmniejszeniem ilości snu głębokiego, podczas którego wydzielany jest hormon wzrostu.

Pierwsi opisywani w literaturze pacjenci z OZD mieli silną niewydolność krążenia, śpiączkę i często umierali [17]. Obecnie informacje o śmierci dzieci z zaburzeniami oddychania spotkać można coraz rzadziej. Wciąż jednak istnieje zagrożenie ostrą niewydolnością prawo- lub lewokomorową, a także zgonem. U niektórych, niewydolność serca z nadciśnieniem płucnym może być pierwszym objawem sugerującym zaburzenia oddychania [18].

Dzieci z OZD często uważane są za szczególnie trudne. Zaburzenia zachowania przyjmują różne postacie począwszy od nadpobudliwości, buntowniczości i agresji, a skończywszy na nadmiernej nieśmiałości i apatii, tzw. patologicznym wyłączeniu [3,4,19,20]. Powikłania obejmują u dziecka nie tylko sferę emocjonalną, ale i poznawczą. Zmniejszona zdolność koncentracji przyczynia się do gorszego zapamiętywania, co sprzyja niższemu wskaźnikowi IQ i trudnościom w nauce [21,22]. Następstwa te dotyczą większości dzieci z nasilonymi objawami zaburzeń oddychania [2,10,13,18] chociaż nie u wszystkich wykazano zarówno osłabienie pamięci, jak i wskaźnika inteligencji. Zadaniem laryngologa jest na podstawie zebranego wywiadu, badania przedmiotowego, wyników badań diagnostycznych wykonanych podczas czuwania i snu dziecka, ustalenie miejsca i mechanizmu powstawania obturacji.

W 1994 roku *The American Sleep Disorder Association* zaproponowało czteropoziomowy system kwalifikacji sprzętu monitorującego chorych podejrzanych o zaburzenia oddychania podczas snu [6,23].

- Poziom I – badanie polisomnograficzne (PSG) wykonywane w laboratorium snu, polegające na rejestracji procesów zachodzących w czasie snu [24].
- Poziom II – badanie PSG wykonywane w warunkach domowych.
- Poziom III – zastosowanie urządzeń, które nie oceniają parametrów snu związanych z jego fizjologią, a jedynie zaburzenia oddychania, pracę serca oraz saturację krwi tętniczej.
- Poziom IV – dokonywanie pomiarów (jednego lub dwóch parametrów) takimi metodami jak: pulsoksymetria przezskórna, zapis EKG metodą Holtera, ciągły pomiar ciśnienia tętniczego, nagrywanie odgłosów z nadgłosek i aktywności ruchowej podczas snu.

W diagnostyce OZD stosowane są: badania polisomnograficzne, monitorowanie czynności oddechowej, pomiar ciśnienia w jednej trzeciej dolnej części przełyku, monitorowanie stężenia CO<sub>2</sub> we krwi, pulsoksymetria.

W czasie badania polisomnograficznego, stanowiącego złoty standard w diagnostyce OZD, dokonuje się analizy snu na podstawie danych: elektroencefalogramu (EEG – zapis czynności bioelektrycznej mózgu), elektrookulogramu (EOG – rejestracja poziomych i pionowych ruchów gałek ocznych) oraz elektromiogramu (EMG – rejestracja zjawisk elektrycznych zachodzących w mięśniach).

Czynność oddechowa monitorowana jest za pomocą zapisu przepływu powietrza przez drogi oddechowe, ruchów oddechowych klatki piersiowej i brzucha, odgłosów oddechowych, wysycenia krwi tętniczej tlenem, ciśnienia w przełyku oraz zawartości dwutlenku węgla.

Pomiar ciśnienia w dolnej jednej trzeciej przełyku nie jest częścią rutynowego badania PSG. Badanie wykonuje się za pomocą cewnika zakończonego balonem lub innego przetwornika ciśnienia. Jest on najdokładniejszym, ale inwazyjnym sposobem ilościowego pomiaru wysiłku oddechowego.

W niektórych przypadkach konieczne jest monitorowanie poziomu CO<sub>2</sub>. Stosowane są wówczas metody przezskórnego pomiaru stężenia CO<sub>2</sub> we krwi lub zawartości CO<sub>2</sub> w powietrzu wydychanym. Pomiar ciśnienia tętniczego wykonywany jest z zastosowaniem standardowego mankietu lub metodą „beat to beat”, czyli z wykorzystaniem czujnika umieszczonego w mankietcie wokół palca.

Badanie PSG umożliwia przeprowadzenie szerokiej diagnostyki w zakresie patologii snu związanego z zaburzeniami oddychania oraz różnicowanie zaburzeń oddychania (PS, OSAS) [5,10,25]. Pozwala ono na: wykrycie obturacyjnych hypowentylacji, hiperkapnii, określenie przyczyn hipoksemii, rozróżnienie bezdechów centralnych od obturacyjnych, oddzielenie przebudzeń związanych z zaburzeniami oddychania i ruchami kończyn od spontanicznych [26]. Badanie to wykorzystuje

się do oceny skuteczności zastosowanego leczenia, zarówno zachowawczego jak i operacyjnego [27]. Dużą zaletą jest brak różnic między powtórными badaniami (tzw. brak efektu pierwszej nocy), co świadczy o dobrej tolerancji badania przez wszystkie dzieci [9,17,23,25,26,28,29]. Stosowanie w tej metodzie drogiego, specjalistycznego sprzętu, konieczność monitorowania oddechu podczas nocy oraz udział wyszkolonego personelu uważane są za niedogodność. Dlatego też tak mało ośrodków przygotowanych jest do prowadzenia badań pod kątem dzieci.

Pulsoksymetria (PN) pozwala w sposób ciągły, nieinwazyjny ocenić procentową zawartość oksyhemoglobiny we krwi tętniczej, czyli dokonać pomiaru wysycenia krwi tętniczej tlenem [30]. Początek rozwoju nieinwazyjnej oksymetrii związany jest z zaprojektowaniem przez Milikana, podczas II wojny światowej usznego densytometru. Dopiero jednak w połowie lat 70. japoński bioinżynier dokonał odkrycia dotyczącego pulsoksymetrii. Stwierdził on, że zmiany objętości krwi tętniczej w tkankach, powstające w czasie każdej fali tętna pozwalają uzyskać sygnał oparty wyłącznie na charakterystyce krwi tętniczej. Sygnał ten wykorzystano do pomiaru nasycenia krwi tętniczej. Skonstruowane samokalibrujące się urządzenie z prostym czujnikiem i pulsującym źródłem światła, pozwoliło wyeliminować zjawisko absorpcji przez krew żylną, barwniki skóry, tkanki oraz kości. Na podstawie przeprowadzonych badań [32,17,25,31] stwierdzono, że metoda ta charakteryzuje się dobrą swoistością, ale małą czułością z wynikami fałszywie ujemnymi rzędu 47-53%.

Celem pracy była ocena wpływu obturacji górnych dróg oddechowych na objawy kliniczne i wyniki badań dodatkowych oraz przydatność wybranych metod diagnostycznych w rozpoznaniu OZD podczas snu u dzieci.

## PACJENCI I METODY

Badaniem objęto grupę 102 dzieci w wieku od 2 do 16 lat, hospitalizowanych w Klinice Otolaryngologii, Audiologii i Foniatrii Dziecięcej Instytutu Pediatrii Uniwersytetu Medycznego Łodzi z powodu podejrzenia zaburzeń oddychania podczas snu. Wszyscy pacjenci poddani zostali badaniu podmiotowemu, przedmiotowemu i PN. Rodzice lub opiekunowie przyjętych do Kliniki dzieci wypełniali ankietę zawierającą szczegółowe pytania m.in.: dotyczące dolegliwości ze strony górnych dróg oddechowych, chorób współistniejących, sposobu oddychania w czasie snu.

W zależności od stopnia przerostu migdałków gardłowego i podniebiennych dzieci podzielono na trzy grupy:

- Grupa M1 – dzieci z powiększonym migdałkiem gardłowym, odległość między migdałkami podniebiennymi większa niż 1 cm,

- Grupa M2 – dzieci z powiększonym migdałkiem gardłowym i migdałkami podniebiennymi, odległość między migdałkami podniebiennymi 1-0,5 cm,
- Grupa M3 – dzieci z powiększonym migdałkiem gardłowym i migdałkami podniebiennymi, odległość między migdałkami podniebiennymi mniejsza niż 0,5 cm, migdałki stykają się ze sobą lub zachodzą na siebie.

Badanie PN przeprowadzono podczas snu, wykorzystując System Nadzoru Oksymetrycznego. Za obniżony poziom saturacji przyjęto średnią saturację poniżej 95%, trwającą przez co najmniej 5% czasu snu pacjenta.

Spośród wszystkich chorych wybrano losowo 42 dzieci, u których wykonano dodatkowo badanie PSG. Grupa poddana badaniu PSG konsultowana była również przez neurologa, psychologa i ortodontę. Oprócz ogólnego badania psychologicznego, określono iloraz inteligencji ogólnej oraz test pamięci świeżej, a u dzieci powyżej 5 roku życia dodatkowo iloraz inteligencji słownej i wykonawczej.

### Badanie polisomnograficzne

Badanie PSG przeprowadzono w Ośrodku Diagnostyki i Leczenia Zaburzeń Snu i Chorób Układu Oddechowego przy Zakładzie Fizjologii Klinicznej i Doświadczalnej UM w Łodzi. Badania prowadzono na aparacie Sleep/Lab/Pro Erich Jaeger GmbH (Würzburg) produkcji niemieckiej (ryc. 1). Zarejestrowane dane, po nieprzerwanej, całonocnej (przynajmniej 6-godzinnej) obserwacji, zawierały trzy grupy parametrów:

- związane z analizą snu (długością, jakością, wpływem zaburzeń oddychania),
- stwierdzające istnienie oraz rodzaj zaburzeń oddychania,
- oceniające zmiany ogólnoustrojowe powstałe w wyniku zaburzeń oddychania.

Przyjęto następujące kryteria rozpoznania OZD na podstawie badania PSG: OAI >0,2, OAHI >3, średnia saturacja – poniżej 95%, trwająca przez przynajmniej 5% snu pacjenta.



Ryc. 1. Badanie polisomnograficzne (PSG)

Analizy czynności akcji serca w badaniu PSG dokonano w oparciu o normy czynności serca Gillette-Garsona: dzieci 1-2 lat 70-135 uderzeń/min., dzieci 3-10 lat 60-125 uderzeń/min., >10 lat 50-100 uderzeń/min.

Badaną grupę 42 dzieci podzielono pod względem spełniania ustalonego kryterium OZD na dwie podgrupy:

- G1 – dzieci nie spełniające ustalonego kryterium OZD w czasie snu
- G2 – dzieci spełniające ustalone kryterium OZD w czasie snu

### Analiza statystyczna

W analizie statystycznej zastosowano test t-Studenta do porównania zmiennych przedziałowych o rozkładzie normalnym, testy: U Manna-Whitney'a i Wilcoxon'a do porównania zmiennych przedziałowych rozkładzie nieparametrycznym, test Shapiro-Wilka do weryfikacji statystycznej kształtu rozkładu badanych zmiennych, dokładny dwustronny test Fishera do porównania zmiennych jakościowych i skategoryzowanych. Do oceny zależności pomiędzy dyskretnymi zmiennymi zależnymi oraz ciągłymi lub dyskretnymi zmiennymi niezależnymi wykorzystano regresję logistyczną. Analizie w modelu jednoczynnikowym regresji logistycznej poddano wszystkie potencjalne czynniki ryzyka obniżonego poziomu saturacji (zmienne niezależne, opisujące) lub zaburzeń oddychania (zmienne zależne, opisujące). Dla wyznaczenia najsilniejszych i niezależnych predyktorów obniżonego poziomu saturacji lub zaburzeń oddychania wszystkie zmienne niezależne, istotnie zmieniające dopasowanie modeli jednoczynnikowych, włączono do modelu wieloczynnikowego. Dla wszystkich wykorzystanych testów statystycznych przyjęto poziom istotności  $\alpha = 0,05$ . Analizę statystyczną wykonano przy użyciu programów: SPSS PC i STATISTICA.

### WYNIKI

#### Wyniki badań dla całej grupy dzieci

##### Badanie ankietowe

Ponad połowa dzieci wykazywała nadruchość (75 dzieci, 73,5%). Nieco mniejsza liczba pacjentów miała trudności w zapamiętywaniu i koncentracji (54 dzieci, 53%) oraz wykazywała objawy agresji w zachowaniu (53 dzieci, 52%). Objawami rzadziej zgłaszanymi było moczenie nocne (29 dzieci, 28,4%) i senność (22 dzieci, 21,5%). Najczęściej zgłaszaną dolegliwością miejscową było utrudnione oddychanie przez nos (ponad 60% dzieci). Liczby pacjentów z wadą zgryzu (47 dzieci, 46%) i wadą wymowy (42 dzieci, 41%) były zbliżone. Ponad trzykrotnie mniej dzieci z grupy badanej miało rozpoznaną astmę, w porównaniu z alergią.

Większość dzieci (74 dzieci, 72,5%) miała bezdechy niezwiązane z infekcjami; bezdechy te nasilały się w znaczny sposób podczas infekcji. Badane dzieci chrapały podczas snu, zwłaszcza śpiąc na plecach (73 dzieci, 71,5%); połowa obserwowanych dzieci (54 dzieci, 53%) chrapała na boku. Podczas snu większość dzieci spała z otwartymi ustami, z głową odchyloną do tyłu; był to sen niespokojny. U ponad połowy dzieci zaobserwowano wzmożone pocenie się w nocy.

U dzieci, u których na podstawie badania PN stwierdzono poziom saturacji  $SpO_2 < 95\%$ , w badaniu ankiętowym rodzice zgłaszali: intensywne pocenie się podczas snu ( $p=0,016$ ), chrapanie okresowe podczas nocy ( $p=0,04$ ), współistniejące choroby: astmę ( $p=0,045$ ) i alergię ( $p=0,017$ ).

Na podstawie wyników analizy w modelu jednoczynnikowym regresji logistycznej wykazano związek obniżonego poziomu saturacji występującego podczas snu ze skargami na: chrapanie na plecach, chrapanie okresowe, bezdechy okresowe, trudność w zapamiętywaniu i koncentracji, nadpobudliwość w ciągu dnia, intensywne pocenie się w nocy, alergię, astmę. Najsilniej z obniżonym poziomem saturacji związana była nadpobudliwość w ciągu dnia.

#### **Badanie laryngologiczne i pulsoksymetryczne**

W oparciu o badanie laryngologiczne najwięcej dzieci zakwalifikowano do grupy M1 (44 dzieci), tj. jedynie z przerostem migdałka gardłowego i M3 (44 dzieci) z przerostem migdałka gardłowego i dużym przerostem migdałków podniebiennych.

Obniżony poziom saturacji stwierdzono u 49 dzieci (48%). W grupie dzieci z obniżonym poziomem saturacji – średni poziom saturacji podczas snu wynosił 93,9%, średni minimalny poziom osiągał wartość do 64,9%. Utlenowanie krwi dzieci podczas snu na poziomie 95% trwało średnio przez około 120 minut, a na poziomie 90% przez około 30 minut.

Na podstawie analizy zależności badania PN i laryngologicznego ustalono, iż istnieje istotny statystycznie ( $p < 0,001$ ) związek pomiędzy wystąpieniem obniżonego poziomu saturacji, a przerostem migdałków gardłowego i podniebiennych w stopniu kwalifikującym do grupy M3.

#### **Pozostałe badania**

W badaniu ortodontycznym wadę zgryzu stwierdzono u 27 dzieci, co stanowi 64,3%. U dzieci z wadą wymowy (21 dzieci – 50%) i wadą zgryzu należących do grupy M3 (7 dzieci – 16%) stwierdzono większe prawdopodobieństwo wystąpienia zaburzeń oddychania niż w grupie M3 bez chorób współistniejących.

Wady zgryzu i wady wymowy prawie dwukrotnie zwiększały prawdopodobieństwo wystąpienia zaburzeń oddychania, jeżeli towarzyszyły przerostowi migdałków w stopniu kwalifikującym je do grupy M3.

Badanie neurologiczne nie wykazało u żadnego dziecka objawów ogniskowych ani ubytkowych ze strony ośrodkowego układu nerwowego.

Na badanie psychologiczne zgłosiło się 26 dzieci. Z uzyskanych danych stwierdzono, iż dzieci poddane ocenie psychologicznej wykazywały: ogólny iloraz inteligencji w normie (57,7%), iloraz inteligencji słownej poniżej normy (62%), iloraz inteligencji wykonawczej w normie (76,2%) oraz test pamięci świeżej poniżej normy (88,5%). W ocenionym ilorazie inteligencji wykonawczej oraz w wykonanym teście pamięci świeżej ( $p=0,2568$ ) brak było różnic pomiędzy podgrupami G1 i G2.

#### **Wyniki badań PSG w grupie dzieci z wykonaną polisomnografią**

Grupa dzieci spełniająca kryteria OZD (podgrupa G2) wynosiła 14 osób, co stanowiło jedynie 33% grupy zakwalifikowanej do badania PSG. W podgrupie G2 zarówno liczba obturacyjnych bezdechów, jak i obturacyjnych okresów spłyconego oddychania były jednak znacznie większe niż w podgrupie G1. Stwierdzono, że również częściej występowały w tej podgrupie obturacyjne okresy spłyconego oddychania, aniżeli całkowite obturacyjne bezdechy. Wraz z bezdechami i okresami spłyconego oddychania występowały obniżone wartości saturacji i zwiększona liczba desaturacji.

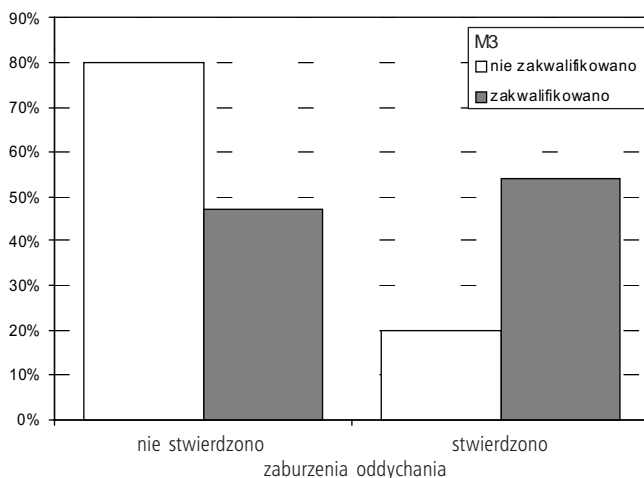
Podgrupy G1 i G2 najbardziej różniły się pod względem liczby przebudzeń spowodowanych zaburzeniami oddychania – w grupie G2 pojawiały się ponad czterokrotnie częściej niż w grupie G1. Liczba występujących przebudzeń spowodowanych zaburzeniami oddychania związana była z ciężkością OZD w badaniu PSG ( $p=0,01$ ). Potwierdzono istotną zależność między zaburzeniami oddychania, a zaburzeniami snu.

W ogólnym badaniu pediatrycznym dzieci nie obserwowano zaburzeń rytmu serca. Jednakże w czasie badania PSG u niektórych dzieci występowały zarówno tachykardia, jak i bradykardia. Tachykardia (19 dzieci – 45%) i tachy/bradykardia (6 dzieci – 14,2%) pojawiała się podczas snu w obu podgrupach dzieci, częściej w podgrupie G1. Na podstawie ww. kryteriów bradykardię rozpoznano jedynie u 3 dzieci (7,1%) z podgrupy G2. Spośród zaobserwowanych zaburzeń rytmu serca jedynie bradykardia okazała się istotnie statystycznie ( $p=0,03$ ) związana z OZD podczas snu.

## Analiza statystyczna modelu 1-czynnikowego i 3-czynnikowego

### Analiza danych ankietowych

W oparciu o dane z przeprowadzonej ankiety ustalono, iż u dzieci z utrzymującymi się zaburzeniami oddychania powyżej roku u ponad połowy dzieci występował obniżony poziom saturacji podczas snu ( $p=0,0133$ ). Na podstawie zbadanych modeli jedno-czynnikowych ustalono, że dzieci z OZD intensywniej pocą się podczas snu ( $p=0,0355$ ), chrapią w pozycji na boku ( $p=0,0420$ ), występują u nich każdej nocy bezdechy senne ( $p=0,0132$ ). Spośród ww. objawów, intensywne pocenie się w nocy najczęściej zaobserwowano u dzieci ze zdiagnozowanymi OZD (podgrupa G2). Wśród dzieci zakwalifikowanych podczas badania laryngologicznego do grupy M3 statystycznie częściej rozpoznawano OZD w badaniu PSG (ryc. 2).



Ryc. 2. Zależność wpływu przerostu migdałków gardłowego i podniebiennych w grupie M3 (odległość między migdałkami podniebiennymi  $<0,5$  cm) na obturacyjne zaburzenia oddychania stwierdzone w badaniu PSG

Pozostałe dane z badania ankietowego nie miały istotnego statystycznie związku z występowaniem obturacyjnych bezdechów i okresów słyconego oddychania.

### Analiza wyników badania PN

Wykazano, że występowanie w badaniu PN obniżonego poziomu saturacji, z istotnym statystycznie prawdopodobieństwem ( $p=0,035$ ), 4,89-krotnie zwiększa prawdopodobieństwo rozpoznania OZD w badaniu PSG.

W modelu 3-czynnikowym, w oparciu o badanie PSG, poddano analizie dane dotyczące bezdechów każdej nocy (ankieta), przynależności do grupy M3 (badanie przedmiotowe) oraz obniżonego poziomu saturacji (badanie PN) (tab. I).

Tabela I. Związek pomiędzy wystąpieniem obturacyjnych zaburzeń oddychania określonych jako zmienna zależna, a bezdechami każdej nocy (informacją uzyskaną z ankiety), grupą M3 (odległość między migdałkami podniebiennymi  $<0,5$  cm) – kwalifikacja na podstawie badania przedmiotowego, obniżonym poziomem saturacji w badaniu pulsoksymetrycznym, w modelu wieloczynnikowym regresji logistycznej

Cecha	Wariant	Zmienna losowa	Przedział ufności		P
			-95%CI	+95%CI	
bezdechy każdej nocy (ankieta)	nie występuje	1,00	–	–	–
	występuje	2,11	1,12	3,65	0,0421
grupa M3 (badanie przedmiotowe)	występuje	4,43	1,40	9,50	0,0187
Obniżony poziom saturacji (badanie PN)	nie występuje	1,00	–	–	–
	występuje	5,75	1,10	9,94	0,0378

Jeżeli w wywiadzie rodzice zgłaszali występowanie bezdechów każdej nocy (2,11-krotnie zwiększone prawdopodobieństwo rozpoznania zaburzeń oddychania), w badaniu laryngologicznym kwalifikowano przerost migdałków gardłowego i podniebiennych, do grupy M3 (4,43-krotnie zwiększone prawdopodobieństwo rozpoznania zaburzeń oddychania w badaniu PSG), a w badaniu PN stwierdzano obniżony poziom saturacji (5,75-krotnie zwiększone prawdopodobieństwo rozpoznania zaburzeń oddychania w badaniu PSG) – prawdopodobieństwo wystąpienia zaburzeń oddychania podczas snu w badaniu PSG oceniono na 64,3% (tab. II). W przypadku nieobecności bezdechów każdej nocy, braku przerostu migdałków kwalifikujących dziecko do grupy M3 i nieobecności obniżonego poziomu saturacji, brak zaburzeń oddychania w badaniu PSG można przewidzieć w 89,3%.

Tabela II. Klasyfikacja obserwacja-predykcja modelu wieloczynnikowego; grupy z bezdechami każdej nocy, przerostem migdałków podniebiennych i obniżonym poziomem saturacji w badaniu pulsoksymetrycznym, w powiązaniu z wynikami badania polisomnograficznego ww. grupy

		Zaburzenia oddychania		Odsetek prawidłowej predykcji (%)
		nie stwierdzono	stwierdzono	
Zaburzenia oddychania	nie stwierdzono	25	3	89,3
	stwierdzono	5	9	64,3
Odsetek całkowity				81,0

Ogólną przewidywalność analizowanego modelu 3-czynnikowego oceniono na 81% skuteczności [34]. W badaniach wykazano istotny związek między występowaniem OZD podczas snu u dzieci, potwierdzonym w badaniu PSG, a bezdechami występującymi każdej nocy, znacznym przerostem migdałków podniebiennych, klasyfikującym je do grupy M3 oraz obniżonym poziomem saturacji.

## DYSKUSJA

W przedstawionej pracy badano OZD podczas snu u dzieci. Dzieci zwykle spały z otwartą buzią i z głową odchyloną do tyłu. W większości przypadków ich sen był niespokojny. Sen pacjentów z zaburzonym oddychaniem to sen, podczas którego pokonywana jest z dużym wysiłkiem obturacja i dlatego też wybudzają się, zmieniają pozycję ciała oraz miejsce w łóżku. Wzajemne układanie głowy i szyi, szczęki i żuchwy, zdeterminowane jest koniecznością poprawy drożności dróg oddechowych. Taki niespokojny sen zaobserwowało wielu naukowców [2, 11, 21, 33]. Senność występującą w ciągu dnia rodzice zgłosili w przypadku 22 dzieci, co stanowiło 21,6% badanych. W piśmiennictwie dolegliwość ta wyjątkowo opisywana jest u dzieci poniżej 5 roku życia, natomiast częściej u dzieci z nasilonymi objawami obturacji, chrapiących większą część nocy, otyłych oraz u młodzieży [12,13,34].

Dzieci z grupy z przerostem migdałka gardłowego i migdałków podniebiennych (grupa M3) stanowiły największy procent badanych z grupy wiekowej do 4 roku życia (około 65% pacjentów). Między 3-7 rokiem życia odbywa się najbardziej dynamiczny rozwój pierścienia Waldeyera [35,36]. W wyniku licznych reakcji z antygenami migdałki zwiększają swoją objętość, zmieniają budowę anatomiczną, histologiczną oraz funkcję immunologiczną. Na tempo wzrostu migdałków mają wpływ również czynniki alergiczne, zakaźne jak i predyspozycje genetyczne. Dlatego też u dzieci najczęstszą przyczyną obturacji są przerośnięte migdałki [9,10,17,26]. W pracy wykazano zależność występowania zaburzeń oddychania z towarzyszącym obniżonym poziomem saturacji od przerostu migdałków gardłowego i podniebiennych w stopniu kwalifikującym je do grupy M3. Potwierdzono tym samym ograniczoną rolę przerostu samego migdałka gardłowego oraz wpływ przede wszystkim znacznego przerostu migdałków podniebiennych na wystąpienie spadków saturacji podczas snu. Autorzy wielu publikacji opisują podobne spostrzeżenia [9,11,26,37].

W oparciu o ustalone kryteria obniżonego poziomu saturacji w badaniu PN zaburzenia oddychania z towarzyszącym obniżonym poziomem saturacji rozpoznano u 48% dzieci. Z uwagi na dużą swoistość badania PN (97-100%) uzyskany wynik daje podstawy do stwierdzenia obniżonego utlenowania hemoglobiny u ww. odsetka badanych. Ponieważ jednak metoda ta charakteryzuje się małą czułością (47-53%), zwłaszcza przy współistnieniu innych chorób, nie można wykluczyć, iż obniżony poziom saturacji występował w większej grupie dzieci [17,25]. Dlatego też badanie PN stosowane jest w diagnozowaniu dzieci z zaburzeniami oddychania na tle przerostu migdałków bez chorób współistniejących.

Występowanie obniżonego poziomu saturacji jest wynikiem częściowej lub całkowitej obturacji i świadczy o silnym zaawansowaniu choroby [26]. Stosując czterostopniowy podział zaburzeń oddychania można przypuszczać, iż pacjenci należeli do grupy OHS lub OSAS. Jednakże opierając się jedynie na badaniu PN, szczegółowa diagnostyka dotycząca rodzaju zaburzeń oddychania jest niemożliwa. Na podstawie wykonanego badania PSG ustalone kryteria OZD spełniło jedynie 14 osób (33% z 42 dzieci poddanych badaniu).

W pracy analizowano zmiany m.in. w strukturze snu, zróżnicowanie i nasilenie poszczególnych zaburzeń oddychania w odniesieniu do danych z wywiadu i badania przedmiotowego. Istotnie statystycznie znaczenie miało przebudzenie wywołane bezdechami i okresami słyconego oddychania. Desaturacja nie wpływała w istotny statystycznie sposób na przerwanie snu. Podobne wnioski odnotował Marcus [38] w swoich badaniach z 1998 i 1999 roku. W oparciu o przeprowadzone doświadczenia stwierdził, iż hipoksja (w badaniu sięgająca 75%) należy do złych stymulatorów przebudzeń dla dzieci zarówno z obturacją, jak i bez rozpoznanej obturacji. Hiperkapnia zaś, wywoływała przebudzenia u wszystkich badanych. Zaobserwował także, że przebudzenia wyzwalane były zwiększonym wysiłkiem oddechowym z powodu obturacji, jeszcze przed wystąpieniem zaburzenia wymiany gazów. Odmienne wnioski znajdują się w pracy Rosena [26], który zwraca uwagę na brak przebudzeń, mimo występowania innych obturacyjnych objawów zaburzeń oddychania zarówno w ciągu dnia jak i w nocy.

W skład badań PSG, oprócz oceny zmian w architekturze snu, wchodziła także analiza zmian rytmu serca w czasie obturacji oddechowej występującej podczas snu. Zaobserwowano, iż spośród zaburzeń akcji serca jedynie bradykardia była istotnie statystycznie związana z OZD. Uzyskane wyniki potwierdzają doniesienie z Dziecięcego Szpitala w Los Angeles [8]. Przeprowadzone tam badanie miało na celu: ocenę zmian rytmu serca u dzieci w czasie obturacji i próbę stworzenia testu screeningowego dla OZD. Optymistyczne wnioski, stwierdzające zależności bradykardii i obturacji, dają nadzieję na wprowadzenie nowego liczącego się testu przesiewowego. Jednakże takiej zależności nie udało się potwierdzić w innych badaniach [2].

U dzieci z przerośniętymi migdałkami, u których rodzice obserwowali chrapanie oraz bezdechy, w badaniu PSG stwierdzono zależność między nasileniem się obturacji górnych dróg oddechowych, a obniżeniem się poziomu saturacji oraz częstsze występowanie częściowej niż całkowitej obturacji górnych dróg oddechowych. Wykazano tym samym wagę obturacyjnych okresów słyconego oddychania w zaburzeniach oddychania u dzieci.

W niniejszej pracy badano także korelacje między danymi uzyskanymi z wywiadu i badania PSG. Stwierdzono istotny statystycznie związek wzmożonej potliwości podczas snu od występowania bezdechów sennych. U dzieci wzmożona potliwość jest wynikiem intensywnego wysiłku oddechowego [2,12]. Uzyskany wynik zależności między moczeniem nocnym, a bezdechem nie jest istotny statystycznie; warto jednak zwrócić na niego uwagę. Moczenie nocne rozpoznano u 55% dzieci, które spełniały ustalone kryteria zaburzeń oddychania i u 33% dzieci, które nie spełniały ww. kryteriów. Tym samym wykazano przewagę występowania moczenia nocnego w grupie z obturacyjnymi bezdechami. W literaturze wciąż trwa dyskusja na temat wpływu obturacji na moczenie nocne. Podawane częstości współistnienia wtórnego moczenia nocnego wahają się od 8 do 4% [5,10,19].

W badanej grupie ponad 64% dzieci miało wadę zgryzu stwierdzoną podczas konsultacji ortodontycznej. Dane z piśmiennictwa podają, że zaburzenia w obrębie twarzoczaszki można zaliczyć do czynników ryzyka przyczyniających się lub nasilających objawy OZD w nocy [3-5,15,25,39]. Wciąż nie jest znany zarówno zasięg jak i stopień tego wpływu.

Dzięki konsultacjom psychologicznym możliwa była także próba porównania wyników badania psychologicznego i badania PSG. Grupa poddana ocenie psychologicznej była mniej liczna i obejmowała 26 osób. Powodem tego był brak zgody rodziców albo nie zgłaszanie się na umawiane spotkania. Istotna zależność statystyczna między bezdechami rozpoznawanymi w badaniu PSG, a wynikami oceny psychologicznej istniała jedynie między obniżonym poziomem inteligencji ogólnej i słownej.

Obniżony poziom inteligencji ogólnej i słownej u dzieci ze średnim i nasilonym stopniem natężenia z OSAS odnotowała również w swojej pracy Sarah Blunden [40]. W kolejnym badaniu potwierdzającym związku sfery poznawczej z zaburzeniami snu, spośród dzieci z najniższymi wynikami w nauce, aż 40% miało problemy oddychania w nocy. Po wykonaniu zabiegu adenotonsillektomii, przedstawione przez Gozala [41], kontrolne wyniki badań były optymistyczne. Oprócz poprawy drożności dróg oddechowych w nocy, u wielu

dzieci stwierdzono zwiększoną koncentrację i ustanie nadpobudliwości. Poprawę jakości życia u dzieci z OZD wraz ze zwiększeniem problemów emocjonalnych, poznawczych oraz zaburzeń zachowania, po zabiegu adenotonsillektomii wykazali również K. Tran i wsp. [20]. Nie wszyscy jednak potwierdzają ww. wyniki. Owens-Stively i wsp. [42], w swojej pracy z 1997 roku nie potwierdzają obniżonego poziomu inteligencji w żadnej z grup dzieci z obturacją.

Dzięki rozwojowi nauki i techniki pojawiają się coraz to doskonalsze metody diagnostyczne, obok badania przedmiotowego i podmiotowego, pomagające otolaryngologom postawić właściwe rozpoznanie.

Jedynym badaniem pozwalającym w sposób obiektywny ustalić rozpoznanie obturacyjnych bezdechów sennych u dziecka jest badanie PSG. Ze względu jednak na trudną dostępność tego badania, bardzo istotne znaczenie ma opracowanie modelu przewidywalności stwierdzenia obturacyjnych bezdechów sennych. Ustalony na podstawie przeprowadzonej analizy różnych parametrów trzyczynnikowy model, obejmujący dane: z wywiadu, badania przedmiotowego i badania PN, pozwolił na ustalenie 81% korelacji z potwierdzeniem rozpoznania OZD na podstawie polisomnografii.

Reasumując, wyniki wskazują, że spośród objawów chorobowych u dzieci z obturacyjnymi zaburzeniami oddychania istotne są: pocenie w nocy, trudności w zapamiętywaniu i koncentracji, obniżony poziom inteligencji. Współistnienie zaburzeń szczękowo-zgryzowych u dzieci z przerostem migdałków podniebiennych i gardłowego stanowi czynnik ryzyka obturacyjnych bezdechów sennych. Badanie polisomnograficzne (PSG) jako jedyne daje możliwość pełnego rozpoznania obturacyjnych zaburzeń oddychania oraz ich wpływu na zmiany organiczne i przebieg snu. Pulsoksymetria nocna (PN) może stanowić test przesiewowy dla pacjentów z zaburzeniami oddychania w czasie snu i ich kwalifikacji do badania PSG. Wysoki współczynnik zgodności (81%) zaproponowanego trójczynnikowego modelu diagnostycznego (dane z wywiadu, badania przedmiotowego i PN) w porównaniu z badaniem PSG wskazuje na przydatność tego modelu w codziennej praktyce.

## Piśmiennictwo

1. Marcus CL, Omlin KJ, Basinki DJ i wsp. Normal polysomnographic values for children and adolescents. *Am Rev Respir Dis* 1992; 146: 1235-1239.
2. Brunette L, Lospalluti ML, Pietrafesa A i wsp. Prevalence of obstructive sleep apnea syndrome in a cohort of 1,207 children of Southern Italy. *Chest* 2001; 120: 1930-1935.
3. Messner AH, Pelayo R. Pediatric sleep-related breathing disorders. *Am J Otolaryngol* 2000; 21: 98-107.
4. Guilleminault Ch, Pelayo R, Leger D i wsp. Recognition of sleep-disordered breathing in children. *Pediatrics* 1996; 98(5): 871-882.
5. Greene MG, Carroll JL. Consequences of sleep-disordered breathing in childhood. *Current Opinion in Pulmonary Medicine* 1997; 3: 456-463.
6. Łapienis M, Gryczyńska D, Powajbo K. Zastosowanie badań polisomnograficznych (PSG) w diagnostyce bezdechów sennych u dzieci. *Klinika Pediatria* 2003; 11(1): 9-11.
7. Powajbo K, Gryczyńska D. Zespół bezdechu sennego u dzieci. *Klinika Pediatria* 1999; 7(3): 328-330.
8. Aljadeff G, Gozal D, Schechtman VL i wsp. Heart rate variability in children with obstructive sleep apnea. *Sleep* 20(2); 151-157.



9. Nieminen P, Tolonen U, Löppönen T i wsp. Snoring children: Factors predicting sleep apnea. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1997; 529(suppl): 190-194.
10. Zieliński J, Koziej M, Mańkowski M. Zaburzenia oddychania w czasie snu. PZWL Warszawa 1997.
11. Li AM, Wong E, Kew J i wsp. Use of tonsil size in the evaluation of obstructive sleep apnoea. *Arch Dis Childhood* 2002; 87: 156-159.
12. Sánchez A, Fuentes-Pradera MA, Capote-Gil F i wsp. Sleep-related breathing disorders in adolescents aged 12 to 16 years. *Chest* 2001; 119: 1393-1400.
13. Gozal D, Wang M, Pope D. Objective Sleepiness measures in pediatric obstructive sleep apnea. *Pediatrics* 2001; 108(3): 693-697.
14. Sobala M. Wpływ upośledzonej drożności nosa na cechyometryczne części twarzowej głowy i klatki piersiowej. *Pediatrica Praktyczna* 1996; 4(3): 307-317.
15. Kawashima S, Peltomäki T, Sakata H i wsp. Craniofacial morphology in preschool children with sleep-related breathing disorder and hypertrophy of tonsils. *Acta Pédiatr* 2002; 91: 71-77.
16. Gryczyńska D, Powajbo K. Nowe aspekty w leczeniu operacyjnym migdałków u dzieci. *Przegląd Pediatryczny* 1997; 27(2): 133-135.
17. Marcus CL. Sleep-disordered breathing in children. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164(1): 16-30.
18. Carroll JL, Loughlin GM. Diagnostic criteria for obstructive sleep apnea syndrome in children. *Pediatric Pulmonology* 1992; 14: 71-74.
19. Stewart MG, Glaze DG, Friedman EM i wsp. Quality of life and sleep study findings after adenotonsillectomy in children with obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Neck Surg* 2005; 131(4): 308-314.
20. Tran KD, Nquyen CD, Weedon J i wsp. Child behaviour and quality of life in pediatric obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head and Neck Surg* 2005; 131(1): 52-57.
21. Blunden S, Lushington K, Kennedy D i wsp. Behavior and neurocognitive performance in children aged 5-10 years who snore compared to controls. *J Clin Exp Neuropsychol* 2000; 22(5): 554-568.
22. Sadeh A, Gruber R, Raviv A. Sleep, neurobehavioral functioning, and behavior problems in school age children. *Child Development* 2002; 73(2): 405-417.
23. Ścierański W, Namysłowski G, Nowińska E i wsp. Skryningowa ocena zaburzeń oddechowych w czasie snu u dzieci urządzaniem PolyMesam. *Nowa Pediatrya* 1999; 17: 185-187.
24. Trąbka-Zawicki P, Postolko K. Diagnostyka zespołu sennego bezdechu. *Terapia* 2000; 9(1): 42-43.
25. American Academy of Pediatrics. Clinical practice guideline: Diagnosis and management of childhood obstructive sleep apnea syndrome. *Pediatrics* 2002; 109(4): 704-712.
26. Rosen CL. Obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) in children: diagnostic challenges. *Sleep* 1996; 19(10): S274-S277.
27. Rieder AA, Flanary V. The effect of PSG on pediatric adenotonsillectomy postoperative management. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; 132(2): 263-267.
28. Nixon GM, Kermack AS, McGregor CD i wsp. Sleep and breathing on the first night after adenotonsillectomy for obstructive sleep apnea. *Pediatr Pulmonol* 2005; 39(4): 332-338.
29. Kennedy JD, Waters KA. Investigation and treatment of upper-airway obstruction: children sleep disasters. *Med J Aust* 2005; 182(8): 419-423.
30. Migdał E, Gerstenberger P. Zastosowanie pulsoksymetrii do monitorowania dzieci. *Przegląd pediatryczny* 1996; 26(4): 525-530.
31. Rizzi M, Honorato J, Andreoli A i wsp. Nasal resistances are useful in identifying children with severe obstructive sleep apnea before polysomnography. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2002; 65: 7-13.
32. Zhang YM, Zhao J, Liu WY i wsp. Diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea hypopnea syndrome in children. *Zhonghua Er Bi Yan Mou Ke Za Zhi* 2004; 39(11): 654-657.
33. Capper R, Canter RJ. A comparison of sleep quality in normal children and children awaiting (adeno)tonsillectomy for recurrent tonsillitis. *Clin Otolaryngol* 2001; 26: 43-46.
34. Marcus CL, Curtis S, Koerner CB i wsp. Evaluation of pulmonary function and polysomnography in obese children and adolescents. *Ped Pulmonol* 1996; 21: 176-183.
35. Montgomery-Downs HE, Crabtree VM, Gozal D. Cognition, sleep and respiration in at-risk children treated for obstructive sleep apnea. *Eur Respir J* 2005; 25(2): 336-342.
36. Łapienis MM. Analiza wybranych badań diagnostycznych w obturacyjnych zaburzeniach oddychania podczas snu u dzieci. Praca doktorska, Łódź 2004.
37. Arens R, McDonough JM, Costantino AT i wsp. Magnetic resonance imaging of the upper airway structure of children with obstructive sleep apnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 164(4): 698-638.
38. Marcus C. Pathophysiology of childhood obstructive sleep apnea: current concepts. *Respir Physiol* 2000; 119: 143-154.
39. Villa MP, Bernkopf E, Pagani J i wsp. Randomized controlled study of an oral jaw-positioning appliance for the treatment of obstructive sleep apnea in children with malocclusion. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 165(1): 123-127.
40. Blunden S, Lushington K, Kennedy D i wsp. Behavior and neurocognitive performance in children aged 5-10 years who snore compared to controls. *J Clin Exp Neuropsychol* 2000; 22(5): 554-568.
41. Gozal D. Sleep-disordered breathing and school performance in children. *Pediatrics* 1998; 102(3): 616-620.
42. Owens-Stivel J, McGuinn M, Berkelhammer L i wsp. Neuropsychological and behavioral correlates of obstructive sleep apnea in children. *Sleep Research* 1997; 26: 452.