

Дрогомирецька М. С., Гергель І.М.

Національний університет охорони здоров'я імені П. Л. Шупика, м. Київ, Україна

Лікування педіатричного апное сну, сучасний погляд на проблему

(огляд літератури)

▷ **Вступ.** Сон є одним із центральних аспектів самопочуття дітей та підлітків. Сучасні дані свідчать про те, що хронічно порушений сон у дітей та підлітків може призвести до проблем у когнітивному функціонуванні, таких як розлади уваги, навчання та пам'яті.

Мета: на підставі аналізу літературних джерел визначити основні методи лікування педіатричного апное та порівняти їх ефективність.

Матеріали та методи. Інформаційний пошук та аналіз наукових джерел проведено із використанням наукометричних баз Web of Science, PubMed, Google Scholar за останні 10 років.

Висновок. Наведені в огляді результати багатьох наукових досліджень підтверджують значну кількість методів лікування педіатричного апное та необхідність мультидисциплінарного підходу до його проведення.

Ключові слова: *педіатричне апное, ортодонтичне лікування, діти та підлітки, краніофациальна патологія*

Сон є одним із центральних аспектів самопочуття дітей та підлітків [1]. Здоровий режим сну є поєднанням достатньої тривалості сну, хорошої якості та регулярного сну [2]. Проте за даними Національного фонду сну, більшість сучасних підлітків страждають від недосипання [3].

Етіологія проблем зі сном дуже складна і залежить від багатьох різноманітних факторів. Значний вплив на дітей мають психологічні фактори сімейного життя та загального стану здоров'я [4]. Сучасні дані свідчать про те, що хронічно порушений сон у дітей та підлітків може призвести до проблем у когнітивному функціонуванні, таких як розлади уваги, навчання та пам'яті.

Порушення дихання уві сні (SDB) є поширеним явищем у дітей, що описує спектр тяжкості, від легкого первинного хропіння (PS), через вібраційні звуки, що вказують на підвищений опір верхніх дихальних шляхів, спричинений блокуванням дихальних шляхів під час фази вдиху дихального циклу, до обструктивного апное сну (OSA), найважчої форми SDB. SDB є багатофакторним станом, що включає генетичні, анатомічні та функціональні патофізіологічні механізми, пов'язані зі значними захворюваннями, що впливають на поведінку, нейрокогнітивний розвиток, серцево-судинне та кардіометаболічне, ендокринне та імунне здоров'я, і зустрічається у дітей будь-якого віку [5–9].

Обструктивне апное сну було вперше описано в 1976 році Guilleminault і характеризується як порушення дихання під час сну з тривалою частковою обструкцією верхніх дихальних шляхів або періодичною повною обструкцією. Обструктивне апное сну зустрічається в будь-якому віці, починаючи від недоношених немовлят і закінчуючи людьми похилого віку [10].

Дослідження, опубліковані до 2014 року, повідомляли про поширеність OSA у дітей в межах 3,3–9,4 %, тоді як протягом 2016–2023 років ці показники значно зросли до 12,8–20,4 % [11].

Paglia та ін. [12] у 2019 році повідомили, що первинне хропіння вражає приблизно 27 % дітей, тоді як 1–3 % страждають на OSA, причому пік припадає на вік від 2 до 5 років, тобто у віці найбільшого зростання аденоtonsиллярної лімфоїдної тканини.

Попри значне поширення педіатричного апное, необхідно зазначити, що тільки 20 % дітей з OSA отримали хірургічне лікування, а 14 % — медикаментозне [13].

Стратегія лікування OSA у дітей залежить від кількох факторів, включаючи тяжкість синдрому та етіологію непрохідності. Діти з OSA демонструють посилення запалення носа та ротоглотки зі збільшенням локальних і системних маркерів запалення та прозапальних цитокінів,

які посилюють проліферацію лімфоїдної тканини [14]. Легкі форми педіатричного OSA можна лікувати за допомогою комбінації інтраназальних глюкокортикоїдів та інгібіторів лейкотрієну, які, як було показано, покращують індекс апное/гіпопное (АНІ) [15–16].

Системні глюкокортикоїди неефективні при лікуванні педіатричного OSA. Проте було показано, що інтраназальне лікування стероїдами протягом шести тижнів покращує АНІ та може розглядатися як варіант лікування для пацієнтів з OSA легкого та помірного ступеня [17].

Найпоширенішим методом лікування синдрому обструктивного апное уві сні у дитячому віці є аденотонзилектомія (АТ) [18–22]. Але цей підхід обмежений хірургічними ризиками, здебільшого у дітей із супутніми захворюваннями, а у деяких пацієнтів — рецидивом, який може бути пов'язаний із черепно-лицевими проблемами [23]. Систематичний огляд, проведений Sungjin A. та співавт. [24] виявив покращення нейрокогнітивних функцій та IQ після педіатричної аденотонзилектомії у дітей дошкільного віку. У дітей старшого віку деякі дослідження також продемонстрували покращення у пацієнтів, які проходили спостереження (контрольні групи), що могло означати природне одужання без втручання. Інші хірургічні методи, як-от лінгвальна тонзилектомія та увулопалатофарингопластика, мають обмежені дані та недостатньо ефективні [25].

У порівнянні зі стратегією уважного очікування, хірургічне лікування синдрому OSA у дітей шкільного віку не призвело до суттєвого покращення уваги чи виконавчої функції, як було визначено нейропсихологічним тестуванням, але зменшило симптоми та покращило вторинні результати поведінки, якості життя та результати полісомнографії, що свідчить про сприятливий ефект ранньої аденотонзилектомії [26].

Бхаттачарджі та ін. у своєму ретроспективному огляді показали, що лише 27,2 % дітей мали повне вирішення OSA після аденотонзилектомії, використовуючи АНІ як основний детермінант. Вони повідомили, що залишкова хвороба (визначається як аномальна нічна полісомнограма) є поширеною у дітей старшого віку, у дітей із важким OSA перед операцією та у дітей з астмаю [27]. На жаль, дослідження показали стійкість OSA приблизно у половини дітей з ожирінням з OSA, яким проводили аденотонзилектомію. Втрата ваги значно покращує OSA, але необхідні додаткові дослідження, щоб з'ясувати роль втрати ваги як лікування OSA [28]. За даними Lee, Chia-Hsuan, et al. після аденотонзилектомії приблизно у 25 % пацієнтів зберігаються залишкові

випадки обструктивного апное під час сну [29]. Потрібні більш точні та персоналізовані, цілеспрямовані підходи до лікування складної сукупності симптомів із супутніми захворюваннями, оскільки не всі діти виліковуються шляхом хірургічного втручання.

Постійний позитивний тиск у дихальних шляхах (CPAP) залишається золотим стандартом лікування синдрому обструктивного апное/гіпопное (OSAHS). Попри ефективність методу у дорослих, у дітей безперервний позитивний тиск у дихальних шляхах (CPAP) важко застосувати [30]. CPAP слід розглянути під час періопераційної фази перед АТ для важкого OSA, якщо дитина не є хорошим кандидатом на хірургічне втручання або має персистентну середню або важку OSA, попри операцію [31]. Дітям складно дотримуватися режиму, а використання однієї й тієї ж маски з часом може змінити структуру обличчя.

Обструктивне апное сну у дітей потребує мультидисциплінарного підходу з використанням стоматологічного лікування, такого як швидке розширення верхньої щелепи, ротові пристосування та дистракційний остеогенез.

Останніми роками ортодонтічні апарати стали провідною альтернативою CPAP. Зараз є переконливі докази, що підтверджують їх використання при OSA, і клінічні рекомендації тепер рекомендують їх використання при легкому OSA і в найважчих випадках, коли CPAP не дає результатів.

Навіть якщо першою лінією лікування педіатричної OSA є аденотонзилектомія, сьогодні швидке розширення піднебіння RME вважається дійсним додатковим лікуванням. Все більше доказів вказує на те, що RME є неінвазивним та ефективним варіантом терапії для дітей з OSA. Численні дослідження довели, що лікування RPE визначає значне збільшення сагітального простору у верхніх дихальних шляхах і росту нижньої щелепи проти годинникової стрілки, зміну положення язика, що веде до розширення носових порожнин, зменшення носового опору та сприяє поверненню до фізіологічного носового дихання [32–36].

Водночас, Barbosa DF. et al. [37] не рекомендують RME для лікування OAS у дітей.

Vucci, R., et al. засвідчили ефективність RME для корекції звуження верхньої щелепи, основною метою лікування є збільшення її ширини через відкриття середньопіднебінних і навколощелепних швів [38]. У дітей це лікування може значно вплинути на розмір склепіння носа та збільшити тривимірний об'єм порожнини носа [39–42]. Ефективність RME, що виконували за допомогою фіксованих зубних анкерних пристроїв, які підтримувалися або двома, або чотирма

стрічками, або стоматологічними акриловими сегментами, підтверджена дослідженнями [43–45]. Guilleminault, Christian, et al. [46], зазначили про необхідність комбінованого лікування RME з AT, оскільки значне зниження АНІ спостерігалося після RME + AT, попри послідовність лікування. Також автори зазначили, що апарати для висування нижньої щелепи (MAA), швидке розширення верхньої щелепи (RME) і міофункціональна терапія (MFT), можуть виправити черепно-лицеві структури під час росту дітей. Результати показали зростання індексу апное/гіпопное після швидкого розширення верхньої щелепи у дітей з OSA. Індекс гіпопное зростав до 73 % у дітей із обструктивним апное сну до трьох років спостереження, тоді як він становив 77 % у дітей з обструктивним апное сну після трьох років [47].

Кокранівський огляд, опублікований у 2016 році, досліджував оральні пристрої та функціональні ортопедичні пристрої для OSA у дітей. На той час не було достатньо високоякісних доказів для підтвердження ефективності оральних апаратів і функціональних ортопедичних апаратів у лікуванні OSA у дітей [48].

Репозиція нижньої щелепи широко використовується при OSA у дорослих, тоді як у лікуванні педіатричної OSA воно має на меті стимулювати ріст нижньої щелепи пасивним або активним способом [49], що може бути виконане за допомогою різних функціональних пристроїв, таких як твін-блок, активатор, Herbst, Frankel-II та Bionator тощо [50–54].

Yanuan, Ma і співат. [55] у своїх дослідженнях показали, що MAA може бути ефективним для пацієнтів із легкою та важкою формою до кінця пубертатного піка. Довгострокове лікування (принаймні 6 міс.) може бути ефективнішим, ніж короткострокове.

Згідно з дослідженнями Idris, Ghassan, et al. [56] MAA можуть бути ефективними для пацієнтів з легкою та важкою формами у віці до 13 років, якщо вони мають потенціал росту. Довготривале лікування (щонайменше 6 міс.) буде необхідним для очевидної та стабільної модифікації росту нижньої щелепи та може бути ефективнішим, ніж короткострокове лікування, яке слід інтерпретувати з обережністю, оскільки було включено лише одне короткострокове дослідження.

Лікування дистальної оклюзії за допомогою твін-блоку у дітей із OSA призвело до значного збільшення об'єму верхніх дихальних шляхів, площі поперечного перерізу передньо-заднього та бічного відстаней на рівні ротоглотки, та на

рівні гіпофаринкса та верхньої довжини дихальних шляхів та суттєвого зниження АНІ, але не впливало на параметри носоглотки [57]. Результати використання твін-блоку показали покращення профілю обличчя пацієнта після лікування блоком. Середній показник АНІ знизився з $14,08 \pm 4,25$ до $3,39 \pm 1,86$, а найнижчий SaO₂ підвищився з $77,78 \pm 3,38$ до $93,63 \pm 2,66$. Відбулося значне збільшення верхнього заднього простору дихальних шляхів, середнього простору дихальних шляхів, кута SNB та опуклості обличчя, що вказує на посилення росту нижньої щелепи та зменшення довжини м'якого піднебіння [58].

Проте існують і інші думки. Nazarali N., et al. стверджують, що MAA призводять до короткочасного покращення показників АНІ, але неможливо зробити висновок, що MMA є ефективними для лікування педіатричного OSA [59].

Machado-Júnior, Almira-José, et al. відзначали зниження індексу апное/гіпопное АНІ через рік після впровадження пристроїв для репозиції нижньої щелепи у порівнянні з групою, яка не використовувала ці пристрої [60].

Дослідження Remy та ін., що вивчали ефективність RME у поєднанні з MAA [61], підтвердило, що одночасне розширення верхньої та нижньої щелеп викликало модифікацію верхньощелепної анатомії, сприяючи значному покращенню респіраторних симптомів OSA. Отже, на думку автора, педіатричне OSA можна контролювати за допомогою цієї нової ортопедичної стратегії, особливо якщо вона виконується рано.

Основними перевагами MMA є відносна простота лікування та їх оборотність при лікуванні OSA. Виходячи з основних об'єктивних параметрів сну, а також змін у верхніх дихальних шляхах, MMA може бути ефективним для покращення архітектури сну та симптомів, пов'язаних зі сном [62–63]. Хоча при лікуванні MMA часто повідомляють про побічні ефекти, зазвичай вони легкі та прийнятні [64].

Дослідження 1064 учасників OSA, які оцінювали 10 втручань (аденотонзилектомія, аденотонзилектомія + фарингопластика, аденотонзилотомія, антимікробна терапія, стероїди, антагоністи лейкотрієнових рецепторів [LTRA], стероїди + LTRA, швидке розширення верхньої щелепи [RME], плацебо та відсутність лікування). для мережевого метааналізу. З точки зору ефективності зниження АНІ, хірургічний підхід все ще був найефективнішим втручанням, ніж відсутність лікування. RME був одним із найефективніших заходів для покращення найнижчого рівня SaO. Жодне по-

рівняння не показало статистичну значущість у зниженні ODI.

Дані дослідників вказують на те, що МАА (окремо або в поєднанні з RME) і RME + АТ можуть бути пов'язані з перевагами для педіатричних пацієнтів з OSA [65].

Було дуже мало досліджень щодо зв'язку між OSA і патологічним прикусом III класу у дітей. Використання (RME) у поєднанні з маскою Delaire є поширеним протоколом лікування. Дослідження Caruso S. et al. [66] оцінили цефалометричні варіації розмірів верхніх дихальних шляхів і пов'язаних з OSA клінічних станів після ортодонтичного лікування за допомогою RME та маски Delaire, як це було у дітей 6–10 років із патологічним прикусом класу III та OSA. Результати дослідження продемонстрували значне збільшення лінійних розмірів верхніх дихальних шляхів і розмірів носоглотки та ротоглотки, що сприяло покращенню прохідності дихальних шляхів і клінічних станів, пов'язаних з OSA.

Дані в літературі свідчать про те, що міофункціональна терапія (MFT) може відіграти певну роль у лікуванні дітей із порушеннями дихання уві сні (SDB) [67]. Основою цієї терапії є ізотонічні та ізометричні вправи, які сприяють розвитку чутливості, пропріоцепції, рухливості, координації та сили орофациальних структур. За даними [68] міофункціональна терапія знизилася АНІ на 43 % у дітей і підвищила середнє насичення киснем у дітей з OSA легкого та помірного ступеня та може служити допоміжним лікуванням OSA. На думку Anuja Vandyopadhyay, міофункціональна терапія може служити допоміжним лікуванням.

Міофункціональна терапія, використана в дослідженні Villa та ін., включала ущільнення губ, вправи на тонус губ і вправи на позицію язика [69]. На думку дослідників, орофарингеальні вправи можна розглядати як додаткову терапію до аденотонзилектомії для ефективного лікування педіатричного OSA. Морфофункціональна оцінка, проведена Villa, Maria Pia, et al. продемонструвала зменшення ротового дихання, позитивну пробу Глатцеля, позитивну пробу Розенталя, збільшення ущільнення губ і тонусу губ при проведенні орофарингеальних вправ у дітей із симптомами синдрому обструктивного апное сну після аденотонзилектомії.

Chuang та ін. для вправ на положення язика застосовували вбудовану кульку для язика [70] та зробили висновок, що однорічна PMFT із використанням перорального пристрою з вбудованим язичником вела до покращення носового дихання під час сну, лінійного росту нижньої

щелепи (Co-Gn і N-Me), морфології дихальних шляхів (OPha-Ophr) і якості життя пацієнтів. Дослідження Huang et al. порівнювали ефективність MFT і пасивного MFT [71], без інших методів лікування.

За даними Camacho, Macario, et al. [72] MFT зменшує ротове дихання і гіпотонію губ, відновлює нормальне положення язика у спокої та значно підвищує середнє значення сила язика, максимальний тиск язика і витривалість у дітей з SDB. Крім того, середнє насичення киснем підвищилося, а індекс десатурації киснем знизився після МТ. Отже, орофарингеальні вправи можуть відіграти певну роль у лікуванні SDB.

Дослідженнями Huang, Yu-Shu, et al [71] підтверджено попередні докази переваг однорічного PMFT з використанням перорального пристрою з вбудованим язичником, включаючи покращення носового дихання під час сну, лінійного росту нижньої щелепи (Co-Gn і N-Me), морфології дихальних шляхів (OPha-Ophr), і якості життя дітей. АНІ під час сну, REM АНІ, кількість гіпноное та кількість десатурації значно знизилася. Краніофациальні лінійні вимірювання значно зросли, тоді як довжина нижньої щелепи (Co-Gn) і передня висота обличчя (N-Me) стали значно більшими. Вивчення морфології дихальних шляхів показало, що OPha-Ophr (відстань між передньою та задньою сторонами ротоглотки) значно збільшилася. Значно покращилася якість життя на основі опитування OSA-18.

Проведена Hsu, Brien, et al. оцінка ефектів терапії дихальними м'язами (орофарингеальних, логопедичних, дихальних вправ, духових музичних інструментів) у порівнянні з контрольною терапією або без лікування для покращення індексу АНІ, зменшення сонливості та нормалізації інших полісомнографічних результатів у дітей з OSA засвідчила позитивний вплив терапії дихальних м'язів, який можна розглядати як допоміжний метод лікування педіатричного апное [73].

З 2014 року стимуляція під'язикового нерва (HNS) була схвалена Управлінням з харчових продуктів і медикаментів США (FDA) для лікування OSA у дорослих [74]. HNS покращує дихання під час сну, стимулюючи м'язи верхніх дихальних шляхів і зміцнюючи язик і м'які тканини [75]. Результати досліджень Bellamkonda N. і співавт. продемонстрували, що імплантація стимулятора під'язикового нерва призводить до надійного покращення OSA і це ефективний засіб для лікування середнього та важкого OSA у пацієнтів-підлітків [76].

Згідно з даними Caloway, Christen L., et al. аденотонзилектомія усуває OSA лише у 16–33 %

пацієнтів із синдромом Дауна [77]. У разі такої патології застосування СРАР є дуже обмеженим [78]. Стимуляція під'язикового нерва значно знижує індекс апное/гіпноное та покращує якість життя, а отже, може бути потенційною альтернативною терапією обструктивного апное уві сні у підлітків із синдромом Дауна [79].

Висновки

Наведені в огляді результати багатьох наукових досліджень підтверджують значну кількість методів, зокрема стоматологічних, лікування педіатричного апное та необхідність мультидисциплінарного підходу до його проведення.

ПОСИЛАННЯ

1. Grandner, Michael A., ed. *Sleep and health*. Academic Press, 2019.
2. Ohayon M, Wickwire EM, Hirshkowitz M, et al. National Sleep Foundation's sleep quality recommendations: first report. *Sleep Health*. 2017 Feb;3(1): 6–19. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2016.11.006>
3. Hirshkowitz M, Whiton K, Albert SM, Alessi C, Bruni O, DonCarlos L, Hazen N, Herman J, et al. National Sleep Foundation's updated sleep duration recommendations: final report. *Sleep Health*. 2015 Dec;1(4): 233–243. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sleh.2015.10.004>
4. Ahmed Zeenoor, Malagi Naushad, Bavalatti Rajesh, et al. (2023). Prevalence and pattern of sleep disorders in childhood. *International Journal of Contemporary Pediatrics*. 10(6): 881–886. DOI: <https://doi.org/10.18203/2349-3291.ijcp20231494>
5. Bublitz M, Adra N, Hijazi L, Shaib F, Attarian H, Bourjeily G. A Narrative Review of Sex and Gender Differences in Sleep Disordered Breathing: Gaps and Opportunities. *Life (Basel)*. 2022 Dec 1;12(12): 2003. DOI: <https://doi.org/10.3390/life12122003>
6. Armoni Domany K, He Z, Nava-Guerra L, Khoo MCK, Xu Y, Hossain MM, DiFrancesco M, McConnell K, Amin RS. The effect of adenotonsillectomy on ventilatory control in children with obstructive sleep apnea. *Sleep*. 2019 May 1;42(5):zsz045. DOI: <https://doi.org/10.1093/sleep/zsz045>
7. Alshaikh AA, Alalyani RT, Aoun Alshahrani MA, Alshehri RM, Alasmari NS, Alshahrani SAA, et al. Prevalence of Sleep-Disordered Breathing and Its Association With Orofacial Symptoms Among Primary School Children in the Aseer Region, Saudi Arabia. *Cureus*. 2023 Sep 18;15(9):e45466. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.45466>
8. Gulotta, Giampiero, et al. Risk factors for obstructive sleep apnea syndrome in children: state of the art. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16.18 (2019): 3235. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16183235>
9. Carvalho, Fernando R., et al. Oral appliances and functional orthopaedic appliances for obstructive sleep apnoea in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* (2016);10(10): CD005520. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005520.pub3>
10. Bandla H, D'Andrea LA. Natural history and management of pediatric obstructive sleep apnea—emerging concepts. *Sleep*. 2015 Jan 1;38(1):11–2. DOI: <https://doi.org/10.5665/sleep.4314>
11. Solveig Magnusdottir, Elizabeth A. Hill, Prevalence of obstructive sleep apnea (OSA) among preschool aged children in the general population: A systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, 2024;73:101871. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2023.101871>
12. Paglia, Luigi. Respiratory sleep disorders in children and role of the paediatric dentist. *European journal of paediatric dentistry*. 2019; 20(1): 5. DOI: <https://doi.org/10.23804/ejpd.2019.20.01.01>
13. Horne RSC, Veeravigrom M Is childhood obstructive sleep apnoea an independent risk factor of hypertension in adulthood? *Thorax* 2020;75(5): thoraxjnl-2020-214594. DOI: <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2020-214594>
14. Kim, J., Bhattacharjee, R., Dayyat, E. et al. Increased Cellular Proliferation and Inflammatory Cytokines in Tonsils Derived from Children With Obstructive Sleep Apnea. *Pediatr Res*. 2009;66(4): 423–428. DOI: <https://doi.org/10.1203/PDR.0b013e3181b453e3>
15. Gozal, David, Mahmoud Ismail, and Pablo E. Brockmann. Alternatives to surgery in children with mild OSA. *World Journal of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2021;7(3): 228–235. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wjorl.2021.03.005>
16. Liming, Bryan J., et al. Montelukast and nasal corticosteroids to treat pediatric obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. 2019;160(4): 594–602 DOI: <https://doi.org/10.1177/0194599818815683>
17. Li Z, Celestin J, Lockey RF. Pediatric Sleep Apnea Syndrome: An Update. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2016 Sep–Oct;4(5):852–61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2016.02.022>
18. Locci C, Cenere C, Sotgiu G, Puci MV, Saderi L, Rizzo D, Bussu F, Antonucci R. Adenotonsillectomy in Children with Obstructive Sleep Apnea Syndrome: Clinical and Functional Outcomes. *J Clin Med*. 2023 Sep 7;12(18):5826. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm12185826>
19. Kun-Tai Kang, Wei-Chung Hsu. Efficacy of adenotonsillectomy on pediatric obstructive sleep apnea and related outcomes: A narrative review of current evidence. *Journal of the Formosan Medical Association*, 2024; 123(5):540–550. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2023.09.004>
20. Gilberto Ulson Pizarro, Emilia Leite de Barros Costa, Marcia Pradella-Hallinan, et al. Efficacy of adenotonsillectomy in the treatment of obstructive apnea in children: A 2-year follow-up. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2023;166:111462. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2023.111462>

21. Huang, Chung-Guei; Hsu, Jen-Fu; Chuang, Li-Pang et al. Adenotonsillectomy-related changes in systemic inflammation among children with obstructive sleep apnea. *Journal of the Chinese Medical Association*. 2023;86(6): 596–605. DOI: <https://doi.org/10.1097/JCMA.0000000000000921>
22. Todd, Cameron A., et al. Adenotonsillectomy for obstructive sleep apnea and quality of life: systematic review and meta-analysis. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. 2017;157(5):767–773. DOI: <https://doi.org/10.1177/0194599817717480>
23. Carvalho FR, Lentini-Oliveira DA, Prado LB, Prado GF, Carvalho LB. Oral appliances and functional orthopaedic appliances for obstructive sleep apnoea in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;10(10):CD005520. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005520.pub3>
24. Sungjin A. Song, Anthony M. Tolisano, Benjamin B. Cable, Macario Camacho, Neurocognitive outcomes after pediatric adenotonsillectomy for obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2016 Apr; 83:205–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.02.011>
25. Cielo CM, Gungor A. Treatment Options for Pediatric Obstructive Sleep Apnea. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2016 Jan;46(1):27–33. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2015.10.006>
26. Marcus CL, Moore RH, Rosen CL et al. A randomized trial of adenotonsillectomy for childhood sleep apnea. *N Engl J Med*. 2013 Jun 20;368(25):2366–76. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1215881>
27. Bhattacharjee R, Kheirandish-Gozal L, Spruyt K, et al. Adenotonsillectomy outcomes in treatment of obstructive sleep apnea in children: a multicenter retrospective study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010 Sep 1;182(5):676–83. DOI: <https://doi.org/10.1164/rccm.200912-1930OC>
28. Andersen IG, Holm JC, Homøe P. Obstructive sleep apnea in obese children and adolescents, treatment methods and outcome of treatment — A systematic review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2016 Aug;87:190–7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.06.017>
29. Lee CH, Kang KT, Weng WC, Lee PL, Hsu WC. Quality of life after adenotonsillectomy in children with obstructive sleep apnea: short-term and long-term results. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2015 Feb;79(2):210–5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2014.12.011>
30. Mehrtash, M., J. P. Bakker, and N. Ayas. Predictors of continuous positive airway pressure adherence in patients with obstructive sleep apnea. *Lung* 197 (2019): 115–121. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00408-018-00193-1>; Pataka, Athanasia, et al. Adherence to CPAP Treatment: Can Mindfulness Play a Role? *Life* 13.2 (2023): 296. DOI: <https://doi.org/10.3390/life13020296>
31. Li Z, Celestin J, Lockey RF. Pediatric Sleep Apnea Syndrome: An Update. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2016 Sep-Oct;4(5): 852–61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2016.02.022>
32. Templier, Laura, et al. Combined surgical and orthodontic treatments in children with OSA: a systematic review. *Journal of clinical medicine*. 2020;26;9(8): 2387. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm9082387>
33. Camacho M, Chang ET, Song SA, Abdullatif J, Zaghi S, Pirelli P, Certal V, Guilleminault C. Rapid maxillary expansion for pediatric obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope*. 2017 Jul;127(7):1712–1719. DOI: <https://doi.org/10.1002/lary.26352>
34. Ahsan M, Narala B, Ednick M, Kier C. Something to consider: rapid palatal expansion for treatment of obstructive sleep apnea in pediatric patients. *Curr Opin Pediatr*. 2023 Dec 1;35(6):710–715. DOI: <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000001287>
35. Rita Catia Brás Bariani, Renato Bigliuzzi, Emília Leite de Barros Costa et al. Preliminary short-term outcomes of rapid maxillary expansion on periodic limb movements during sleep in pediatric sleep-disordered breathing, *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2023 May;168:111548. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2023.111548>
36. Galeotti, Angela, et al. Effects of Rapid Palatal Expansion on the Upper Airway Space in Children with Obstructive Sleep Apnea (OSA): A Case-Control Study. *Children*. 2023 Jan 30;10(2):244. DOI: <https://doi.org/10.3390/children10020244>
37. Barbosa DF, Bana LF, Michel MCB, et al. Rapid maxillary expansion in pediatric patients with obstructive sleep apnea: an umbrella review. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2023 May-Jun;89(3):494–502. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2023.02.004>
38. Bucci, R., et al. Dental and skeletal effects of palatal expansion techniques: a systematic review of the current evidence from systematic reviews and meta-analyses. *Journal of oral rehabilitation*. 2016 Jul;43(7):543–64. DOI: <https://doi.org/10.1111/joor.12393>
39. Niu, Xiaowen, et al. Does rapid maxillary expansion enlarge the nasal cavity and pharyngeal airway? A three-dimensional assessment based on validated analyses. *Orthod Craniofacial Res*, 2021 Dec;24 Suppl 2:124–133. DOI: <https://doi.org/10.1111/ocr.12526>
40. Niu, Xiaowen, et al. Three-dimensional analyses of short-and long-term effects of rapid maxillary expansion on nasal cavity and upper airway: A systematic review and meta-analysis. *Orthod craniofacial res*. 2020 Aug;23(3):250–276. DOI: <https://doi.org/10.1111/ocr.12378>
41. Bucci, Rosaria, et al. Effects of maxillary expansion on the upper airways: Evidence from systematic reviews and meta-analyses. *J oral rehabil*. 2019 Apr;46(4):377–387. DOI: <https://doi.org/10.1111/joor.12766>
42. Calvo-Henriquez, Christian, et al. Safeness, subjective and objective changes after turbinate surgery in pediatric patients: a systematic review. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* 135 (2020): 110128. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110128>
43. Buccheri, Alfio, et al. Rapid maxillary expansion in obstructive sleep apnea in young patients: Cardio-Respiratory monitoring. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 41.4 (2017): 312–316. DOI: <https://doi.org/10.17796/1053-4628-41.4.312>

44. Hoxha, Saimir, et al. Effect of semi-rapid maxillary expansion in children with obstructive sleep apnea syndrome: 5-month follow-up study. *Sleep and Breathing* 22 (2018): 1053–1061. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11325-018-1636-4>
45. Pirelli, Paola, Maurizio Saponara, and Christian Guilleminault. Rapid maxillary expansion (RME) for pediatric obstructive sleep apnea: a 12-year follow-up. *Sleep Medicine* 2015 Aug;16(8): 933–5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2015.04.012>
46. Guilleminault, Christian, et al. Adeno-tonsillectomy and rapid maxillary distraction in pre-pubertal children, a pilot study. *Sleep and Breathing* 2011 May;15(2): 173–7. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11325-010-0419-3>
47. Camacho, Macario, et al. Rapid maxillary expansion for pediatric obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *The Laryngoscope* 2017 Jul;127(7):1712–1719. DOI: <https://doi.org/10.1002/lary.26352>
48. Carvalho, Fernando R., et al. Oral appliances and functional orthopaedic appliances for obstructive sleep apnoea in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2016 Oct 5;10(10):CD005520. DOI: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005520.pub3>
49. Huynh, Nelly T., Eve Desplats, and Fernanda R. Almeida. Orthodontics treatments for managing obstructive sleep apnea syndrome in children: a systematic review and meta-analysis. *Sleep medicine review*. 2016 Feb; 25:84-94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2015.02.002>
50. Duan J, Xia W, Yang K et al. The Efficacy of Twin-Block Appliances for the Treatment of Obstructive Sleep Apnea in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biomed Res Int*. 2022 Jul 11;2022:3594162. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/3594162>
51. Kannan, Annapurna, et al. Effect of functional appliances on the airway dimensions in patients with skeletal class II malocclusion: A systematic review. *J Orthod Sci*, 2017;6(2): 54–64. DOI: https://doi.org/10.4103/jos.JOS_154_16
52. Tingting X, Danming Y, Xin C. Non-surgical treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2018 Feb;275(2):335–346. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00405-017-4818-y>
53. David L. Best, Sagar Chadha, Erik Harriman, et al. Maxillomandibular advancement effectively treats obstructive sleep apnea in adolescents at short-term follow-up. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol and Oral Radiol*, 2021;132(4):386–392. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2021.02.011>
54. Assali A, Neani H, Bahije L, Zaoui F, Halimi A. The Orthodontic Management of Obstructive Sleep Apnea: A Systematic Review. *Integr J Med Sci*. 2022 Jan. 22;9. DOI: <https://doi.org/10.15342/ijms.2022.609>
55. Yanyan, Ma, Yu Min, and Gao Xuemei. Mandibular advancement appliances for the treatment of obstructive sleep apnea in children: a systematic review and meta-analysis. *Sleep med*, 2019;60:145–151. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2018.12.022>
56. Idris, Ghassan, et al. Mandibular advancement appliances for sleep-disordered breathing in children: A randomized crossover clinical trial. *J dent*, 2018;71: 9–17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.01.006>
57. Zreaqat M, Hassan R, Samsudin AR, Alforaidi S. Effects of twin-block appliance on upper airway parameters in OSA children with class II malocclusion and mandibular retrognathia: a CBCT study. *Eur J Pediatr*. 2023;182(12):5501–5510. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00431-023-05226-3>
58. Zhang, C., He, H. Ngan, P. Effects of twin block appliance on obstructive sleep apnea in children: a preliminary study. *Sleep Breath*, 2013 Dec;17(4):1309–14. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11325-013-0840-5>
59. Nazarali N, Altalibi M, Nazarali S, Major MP, Flores-Mir C, Major PW. Mandibular advancement appliances for the treatment of paediatric obstructive sleep apnea: a systematic review. *Eur J Orthod*. 2015;37(6):618–26. PMID: 25681125. DOI: <https://doi.org/10.1093/ejo/cju101>
60. Machado-Júnior, Almiro-José, et al. Randomized controlled study of a mandibular advancement appliance for the treatment of obstructive sleep apnea in children: A pilot study. *Med oral, patol oral cir bucal* 2016;21(4): e403–7. DOI: <https://doi.org/10.4317/medoral.21072>
61. Remy, Floriane, et al. Management of the pediatric OSAS: what about simultaneously expand the maxilla and advance the mandible? A retrospective non-randomized controlled cohort study. *Sleep Med*. 2022;90:135–141. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2022.01.007>
62. Cohen-Levy J, Aubertin G, Huynh N. The influence of obstructive sleep apnea syndrome on orthodontic treatment decisions in children and adolescents. Part 1: OSA phenotypes, treatment temporality and reciprocal effects on growth]. *Orthod Fr*. 2023;94(1): 163–171. DOI: <https://doi.org/10.1684/orthodfr.2023.112>
63. Rita Catia Brás Bariani, Renato Bigliazzi, et al. Effectiveness of functional orthodontic appliances in obstructive sleep apnea treatment in children: literature review. *Braz J Otorhinolaryngolog*, 2022;88(2): 263–278. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2021.02.010>
64. Milano F, Billi MC, Marra F, Sorrenti G, Gracco A, Bonetti GA. Factors associated with the efficacy of mandibular advancing device treatment in adult OSA patients. *Int Orthod*. 2013 Sep;11(3):278–89. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2013.05.006>
65. Lin, S-Y, Su, Y-X, Wu, Y-C, Chang, JZ-C, Tu, Y-K. Management of paediatric obstructive sleep apnoea: A systematic review and network meta-analysis. *Int J Paediatr Dent*. 2020; 30: 156–170. DOI: <https://doi.org/10.1111/ipd.12593>
66. Caruso S, Lisciotta E, Caruso S, et al. Effects of Rapid Maxillary Expander and Delaire Mask Treatment on Airway Sagittal Dimensions in Pediatric Patients Affected by Class III Malocclusion and Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Life (Basel)*. 2023;13(3):673. DOI: <https://doi.org/10.3390/life13030673>
67. Christian Guilleminault, Yu-Shu Huang. From oral facial dysfunction to dysmorphism and the onset of pediatric OSA. *Sleep Med Rev*, 2018 Aug;40:203–214. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2017.06.008>

68. Anuja Bandyopadhyay, Kellie Kaneshiro, Macario Camacho. Effect of myofunctional therapy on children with obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *Sleep Med*, 2020 Nov;75:210–217. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.08.003>
69. Villa, Maria Pia, et al. Oropharyngeal exercises to reduce symptoms of OSA after AT. *Sleep and Breath*. 2015 Mar;19(1):281–9. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11325-014-1011-z>
70. Chuang, Li-Chuan, et al. Changes in craniofacial and airway morphology as well as quality of life after passive myofunctional therapy in children with obstructive sleep apnea: a comparative cohort study. *Sleep Breat*. 2019;(4):1359–1369. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11325-019-01929-w>
71. Huang, Yu-Shu, et al. Neutral supporting mandibular advancement device with tongue bead for passive myofunctional therapy: a long term follow-up study. *Sleep medicine*, 2019: 69–74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2018.09.013>.
72. Camacho, Macario, et al. Myofunctional therapy to treat obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Sleep* 2015;(5): 669–675. DOI: <https://doi.org/10.5665/sleep.4652>
73. Hsu, Brien, et al. Effects of respiratory muscle therapy on obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Sleep Med*. 2020;16(5):785–801. DOI: <https://doi.org/10.5664/jcsm.8318>
74. Strollo PJ Jr, Soose RJ, Maurer JT, et al. Upper-airway stimulation for obstructive sleep apnea. *N Engl J Med*. 2014 Jan 9;370(2):139–49. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1308659>
75. Certal VF, Zaghi S, Riaz M, Vieira AS, et al. Hypoglossal nerve stimulation in the treatment of obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope*. 2015 May;125(5):1254–64. DOI: <https://doi.org/10.1002/lary.25032>
76. Bellamkonda N, Shiba T, Mendelsohn AH. Adverse Events in Hypoglossal Nerve Stimulator Implantation: 5-Year Analysis of the FDA MAUDE Database. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2021 Feb;164(2):443–447. DOI: <https://doi.org/10.1177/0194599820960069>
77. Caloway, Christen L., et al. Update on hypoglossal nerve stimulation in children with down syndrome and obstructive sleep apnea. *Laryngoscope*, 2020;130(4): E263–E267. DOI: <https://doi.org/10.1002/lary.28138>
78. Adams CD, Reddy SK, Phillips JD, Emerson BR. Hypoglossal nerve stimulator placement in a child with severe refractory OSA: a novel procedure in the paediatric population. *BMJ Case Rep*. 2021;14(5): e242592. DOI: <https://doi.org/10.1136/bcr-2021-242592>
79. Liu P, Kong W, Fang C, Zhu K, Dai X, Meng X. Hypoglossal nerve stimulation in adolescents with down syndrome and obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Front Neurol*. 2022 Oct 25;13:1037926. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.1037926>

Treatment of Pediatric Sleep Apnea, a Critical Look at the Problem (literature review)

Drohomyretska M., Gergel I.

Shupyk National Healthcare University of Ukraine

Introduction. Sleep is one of the central aspects of the well-being of children and adolescents. Current evidence suggests that chronically disturbed sleep in children and adolescents can lead to problems in cognitive functioning, such as disorders of attention, learning, and memory.

Purpose: Based on the analysis of literary sources, the main treatment methods for pediatric apnea are determined, and their effectiveness is compared.

Materials and methods. Over the last 10 years, information search and analysis of scientific sources have been carried out using scientific metric databases Web of Science, PubMed, and Google Scholar.

Conclusion. The results of many scientific studies in the review confirm many treatment methods for pediatric apnea and the need for a multidisciplinary approach to its implementation.

Keywords: *pediatric apnea, orthodontic treatment, children and adolescents, craniofacial pathology*

Дрогомирецька Мирослава Стефанівна — доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри ортодонції НУОЗ України імені П. Л. Шупика, тел.: +38(050) 982-02-70.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5646-8791>

Гегрель Ірина — аспірант кафедри ортодонції НУОЗ України імені П. Л. Шупика, тел.: +38(050) 982-02-70.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1511-8286>

Стаття: надійшла до редакції 03.12.2024 р.; прийнята до друку 12.02.2025 р.