

**Julia JAGODYŃSKA<sup>1</sup>, Kacper SNARSKI<sup>1</sup>, Dominika IWAN<sup>1</sup>, Anita GRYKO<sup>1</sup>, Piotr PROCHOR<sup>1</sup>, Artur WEREMCZUK<sup>1</sup>, Magdalena RODZIEWICZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instytut Inżynierii Biomedycznej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Białostocka, Białystok

<sup>2</sup> Instytut Inżynierii Mechanicznej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Białostocka, Białystok

## CHODZIK DLA DZIECKA Z WRODZONĄ ŁAMLIWOŚCIĄ KOŚCI

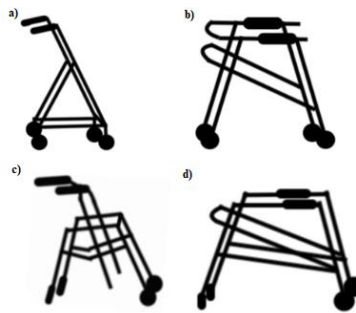
**Streszczenie:** Obecnie dostępne rozwiązania chodzików przeznaczone są głównie dla osób starszych oraz dzieci uczących się chodzić. Te charakteryzują się ograniczonymi możliwościami regulacji i brakiem podparcia tułowia. Proponowany projekt chodzika dla dziecka z wrodzoną łamliwością kości posiada regulację zarówno podparcia kończyn górnych, jak i tułowia, a także możliwość regulacji kąta nachylenia kół. Dodatkowe regulacje zapewniają dopasowanie do parametrów anatomicznych dziecka, a sam chodzik został wykonany tak, aby zapewnić jak najlepszą stabilność przy zachowaniu niskiej masy konstrukcji.

**Słowa kluczowe:** chodzik, wrodzona łamliwość kości

### 1. WSTĘP

Wrodzona łamliwość kości (łac. *osteogenesis imperfecta*) to grupa chorób o podłożu genetycznym, polegających na zaburzeniu budowy kolagenu typu 1, będącego głównym składnikiem tkanki łącznej. Najistotniejszą cechą schorzenia jest kruchość kości, prowadząca do zwiększonego ryzyka wystąpienia złamania. Ponadto, u osób objętych opisywanym schorzeniem obserwuje się także dysproporcje jak i deformacje w szkielecie. Chorobę można rozpoznać już w okresie prenatalnym życia płodu. Częstość występowania szacuje się na 1/20 000 urodzeń [1-3].

Przedmiotem artykułu jest autorski chodzik dla dziecka z wrodzoną łamliwością kości. Dostępne rozwiązania dedykowane są głównie dla małych dzieci uczących się chodzić oraz z zaburzeniami chodu. Obecnie stosowane konstrukcje charakteryzują się ograniczonymi możliwościami regulacji oraz brakiem podparcia tułowia, jak i rozwiązań mających na celu ograniczenie powstania urazu [4]. Należy również zaznaczyć, że znacząca część rozwiązań chodzików na rynku skierowana jest do osób starszych, posiadających schorzenia typowo geriatryczne [5]. Przykładowe rozwiązania chodzików przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Przykładowe chodziki [4]: a) przedni chodzik czterokołowy, b) tylny chodzik czterokołowy, c) przedni chodzik dwukołowy, d) tylny chodzik dwukołowy

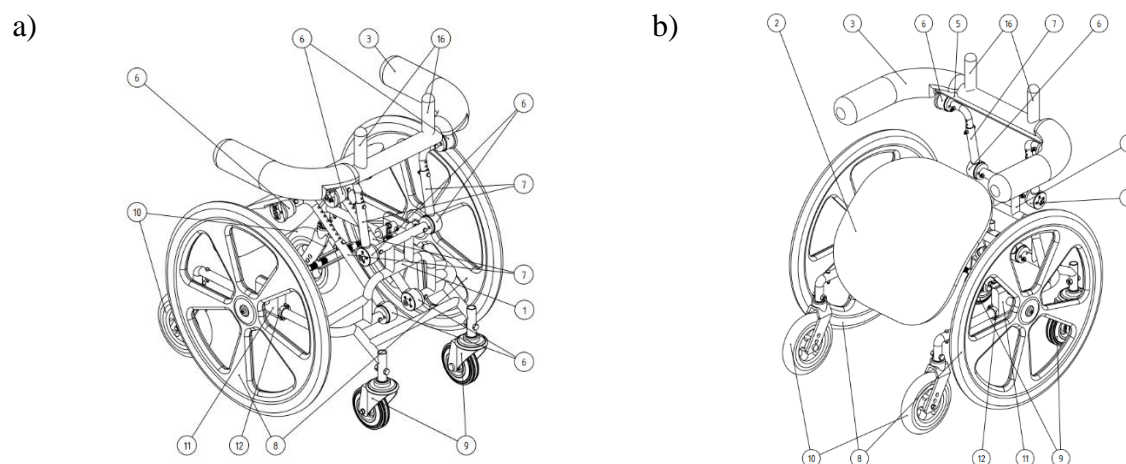
Obecnie występujące rozwiązania nie są przystosowane do użytkowania przez osoby z wrodzoną łamliwością kości. Największym problemem jest brak dobrego dopasowania do budowy anatomicznej dziecka.

## 2. CHARAKTERYSTYKA OPRACOWANEGO CHODZIKA DLA DZIECKA Z WRODZONĄ ŁAMLIWOŚCIĄ KOŚCI

Rozdział ten opisuje budowę przedstawianego chodzika dla dziecka z wrodzoną łamliwością kości. Konstrukcja posiada wiele regulacji umożliwiających dostosowanie jego parametrów do konkretnego użytkownika, a ponadto jego przeznaczeniem jest wsparcie oraz zapewnienie bezpieczeństwa. Na rynku nie ma rozwiązań tego typu, więc prezentowany projekt ma szansę na wypełnienie niszy rynkowej.

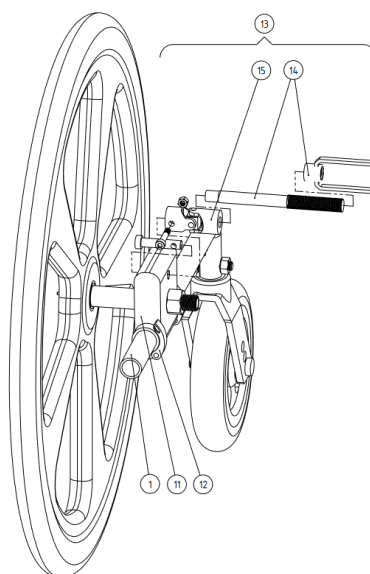
Chodzik składa się z ramy (rys. 2. i 3. el. 1), z założenia wykonanej ze stopu aluminium, co ma zapewnić niewielki ciężar konstrukcji. W jej części przedniej zamocowane jest oparcie tułowia (rys. 2b el. 2) oraz kierownica (rys. 2. el. 3) mająca na celu podparcie kończyn górnych. Podparcie tułowia wykonane jest z termoplastycznego tworzywa, które można dopasować do anatomii dziecka. Od części zewnętrznej pokryte jest materiałem antypoślizgowym zapewniającym stabilność oraz wygodę. Kierownica pokryta jest natomiast pianką, co gwarantuje komfort i bezpieczeństwo użytkownika. W celu zwiększenia możliwości manewrowych, w trakcie korzystania w podparciu kończyn górnych, uwzględniono również uchwyt na dłoń (rys. 2. el. 16). Opisane elementy zapewniają odciążenie podatnego na deformacje kręgosłupa chorego.

Podparcia umocowane są przy użyciu wsporników oraz regulacji długości jak i kąta nachylenia (rys. 2. el. 4 i 5). Wspomniane regulacje realizowane są przy użyciu par mechanizmów regulacji kątowej (odwzorowująca działanie sprzęgła kłowego) (rys. 2. el. 6), jak i liniowej (odwzorowująca działanie rury teleskopowej) (rys. 2. el. 7). Regulacje te blokowane są przy użyciu połączeń śrubowych (śruba oraz nakrętka). Zapewnia to indywidualne dopasowanie konstrukcji do zmiennych parametrów antropometrycznych użytkownika. Budowę zaprojektowanego chodzika przedstawiono na rysunku 2.



**Rys. 2. Widoki izometryczne chodzika z wyszczególnionymi elementami [6]: a) z przodu; b) z tyłu; (1) rama, (2) podparcie tułowia, (3) podparcie kończyn górnych, (4) wspornik podparcia tułowia, (5) wspornik podparcia kończyn górnych, (6) mechanizm regulacji kątowej, (7) mechanizm regulacji liniowej, (8) koła napędowe, (9) koła podporowe, (10) koła przeciwwyrotne, (11) obejmy, (12) zaciski, (16) uchwyt na dłoń**

Chodzik posiada cztery stałe punkty podparcia w postaci kół napędowych (rys. 2. el. 8) oraz podporowych (rys. 2. el. 9). Dodatkowo zastosowano parę kół przeciwwyrotnych (rys. 2. el. 10) celem zapewnienia bezpieczeństwa, dzięki zablokowaniu możliwości wywrócenia się konstrukcji. Para kół napędowych posiada możliwość regulacji kątowej oraz liniowej. Zamocowane są one przy użyciu obejm (rys. 2. i 3. el. 11). Pozycja kątowa kół regulowana jest w płaszczyźnie czołowej względem siebie dzięki symetrycznie działającemu mechanizmowi składającego się (rys. 3. el. 13) się z śruby rzymskiej (rys. 3. el. 14), łączącej obejmy przy użyciu przegubów Cardana (rys. 3. el. 15). Regulacja pozycji liniowej obejm kół napędowych możliwa jest przy użyciu zacisków (rys. 2. i 3. el. 12), co widoczne jest na rysunku 3.

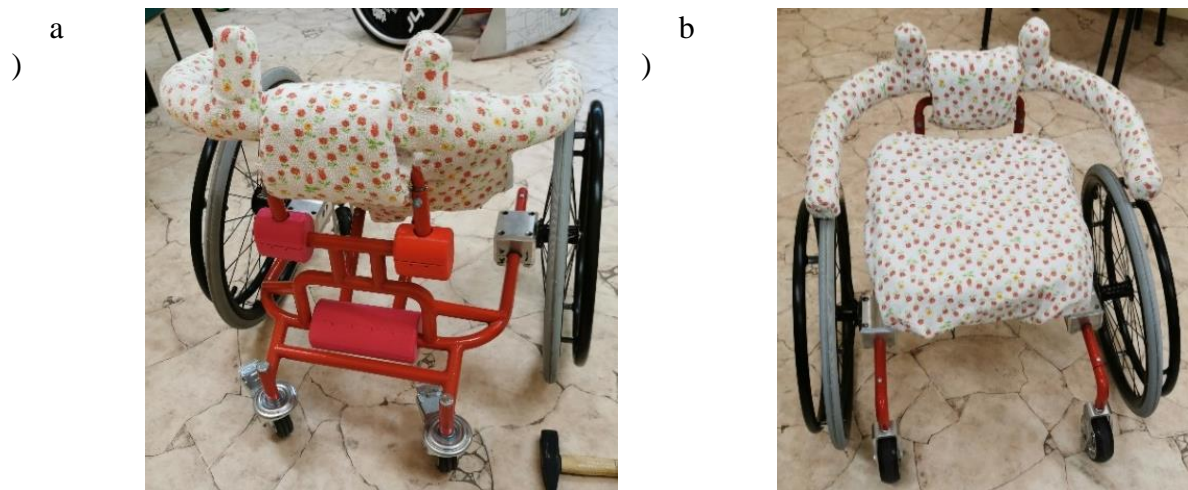


**Rys. 3. Widok na regulację kątową oraz liniową kół napędowych [6]: (1) rama, (11) obejmy, (12) zacisk, (13) mechanizm regulacji pochylenia, (14) śruba rzymska, (15) przegub Cardana**



**Rys. 4. Model CAD chodzika dla dziecka z wrodzoną łamliwością kości**

Model CAD rozwiązania wykonano w oprogramowaniu SolidWorks 2021, a widoczny jest na rysunku 4. Na podstawie ww. modelu komputerowego wykonano także wstępny prototyp chodzika dla dziecka z wrodzoną łamliwością kości. Przy wykonaniu prototypu nie użyto śruby rzymskiej, gdyż konstrukcja chodzika okazała się odpowiednio sztywna i nie było konieczne wykorzystanie tego typu rozwiązania. Ponadto, zaprojektowano oraz wydrukowano na drukarce 3D obudowy na mechanizmy kątowe oraz połączenia śrubowe, dzięki czemu chodzik jest bezpieczny w korzystaniu. Prototyp wykonany przez studentów SKN ORTHOS, działającego na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej, widoczny jest na rysunku 5.



**Rys. 5. Zdjęcia prototypu chodzika: a) widok z przodu; b) widok z tyłu**

Ponadto warto zaznaczyć, że konstrukcja, ze względu na swój innowacyjny charakter, została zgłoszona jako wynalazek do Urzędu Patentowego RP [6].

### 3. PODSUMOWANIE

Obecnie produkowane chodziki przeznaczone są dla osób starszych lub małych dzieci, które uczą się chodzić. Brakuje konstrukcji przeznaczonych dla starszych dzieci mających problem z poruszaniem się ze względu na schorzenia typu wrodzona łamliwość kości. Zaprojektowany chodzik, będący przedmiotem niniejszego artykułu, umożliwia wypełnienie opisanego braku. Konstrukcja posiada wiele regulacji umożliwiających dostosowanie do użytkownika, a także zapewnia bezpieczne i komfortowe poruszanie się osób z wrodzoną łamliwością kości.

### LITERATURA

- [1] Rauch F., Glorioux F, H.: Osteogenesis imperfecta, *The Lancet*, vol. 363(9418), 2004, p.1377-1385.
- [2] Abramowicz P., Konstantynowicz J., Piotrowska-Jastrzębska J. D. Aktualne zasady diagnostyki oraz zmiany w klasyfikacji wrodzonej łamliwości kości (osteogenesis imperfecta), *Pediatrics Polska*, nr 88, 2013, s. 443-451.
- [3] Marini J. C., Cabral W. A.: Osteogenesis imperfecta, *Genetics of bone biology and skeletal disease*, 2018, p.397-420.
- [4] Tao R., Feng L., Xiao Z., Zhan, B. H.: Posterior versus anterior walkers for children with cerebral palsy-biomechanical analysis and energy consumption: a systematic review, *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, vol. 32, 2020, p.877-892.
- [5] Bradley S. M., Hernandez C. R.: Geriatric assistive devices, *American family physician*, vol. 84 (4), 2011, p.405-411.
- [6] Prochor P., Piszczatowski S., Borkowski P., Sajewicz E., Derpeński Ł., Iwan D., Rodziewicz M., Weremczuk A.: Numer zgłoszenia: P.441337, zarejestrowany 31.05.2022, Warszawa.

## WALKER FOR A CHILD WITH OSTEOPENIA IMPERFECTA

**Abstract:** Currently available walker solutions are mainly designed for the elderly and children learning to walk. These are characterized by limited adjustability and lack of trunk support. The proposed design of a walker for a child with osteopenia imperfecta has adjustment of both upper limb and trunk support, as well as the ability to adjust the angle of the wheels. Additional adjustments ensure that the walker fits the child's anatomical parameters, and the walker itself is made to provide the best possible stability while keeping the weight of the structure low.