

Stanowisko do rehabilitacji kręgosłupa metodą dynamiczną

Krzysztof Mianowski

Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, Instytut Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej,
ul. Nowowiejska 24, 00-665 Warszawa

Wojciech Kaczmarek, Grzegorz Kamiński, Rafał Rosołek, Marcin Stańczuk

Bio.morph, Sp. z o.o., ul. Walecznych 61, 03-920 Warszawa

Streszczenie: W artykule przedstawiono oryginalne opracowane przez autorów stanowisko do ćwiczeń kręgosłupa, pozwalające na samodzielną rehabilitację pod kontrolą fizjoterapeuty oraz na bieżącą kontrolę kinematyki i dynamiki kręgosłupa człowieka. Opracowany i wykonany w ramach projektu Dynamiczny Korektor Kręgosłupa DKK oraz opracowana metodyka badawcza i nowa metoda rehabilitacji mogą przyczynić się do lepszego poznania przyczyn powstawania skolioz, ale przede wszystkim do skuteczniejszego ich leczenia i poprawy kondycji fizycznej osób z niesprawnościami na tym tle. Dynamiczny Korektor Kręgosłupa ma być urządzeniem do nowoczesnej diagnostyki i terapii zespołów bólowych i zaburzeń funkcji kręgosłupa przy minimalizacji zagrożeń dla zdrowia pacjenta, związanych z zażywaniem znieczulających środków farmakologicznych.

Słowa kluczowe: skoliozy idiopatyczne, rehabilitacja kręgosłupa, niepełnosprawność układu ruchu

1. Wprowadzenie

Kręgosłup pełni w budowie ciała człowieka szczególną rolę, stanowiąc podstawowy element składowy i nośny aparatu ruchu. W jego części dolnej miednica podparta na kończynach dolnych stanowi główną podporę kręgosłupa, w części środkowej kręgosłup stanowi podstawowy element „zawieszenia” klatki piersiowej, w części górnej wraz z elementami klatki piersiowej i obręczą barkową uczestniczy w pracy kończyn górnych, wreszcie odcinek szyjny stanowi podparcie głowy, zapewniając jej obszerne ruchy obrotowe zarówno względem osi pionowej jak i pochylania w dół/górę i odchylenia w prawo/lewo względem osi poziomej. Jak widać biomechanika kręgosłupa człowieka jest bardzo złożona. Zbiór kręgów, z elastycznymi krążkami międzykręgowymi, położonych jeden na drugim w trylukowy i w przybliżeniu pionowy stos, połączonych stawami o skomplikowanej budowie i związanych więzadłami oraz opleciony odpowiednio napiętymi mięśniami, stanowi skomplikowany podatny biomechanizm przestrzenny, który może pozostawać w równowadze tylko przy rygorystycznie spehionych warunkach równowagi dynamicznej. Niestety mimo że pełni on tak ważną rolę, jego biomechanika jest

aktualnie nadal zbyt mało zbadana. Brak jest metod i modeli wyjaśniających powstawanie przeciążeń i niestabilności podstawowych struktur składowych oraz skutecznych metod profilaktycznych zapobiegających schorzeniom kręgosłupa. Niewłaściwa postawa i tzw. nowoczesny tryb życia związany ze spędzaniem dużej ilości czasu w niewygodnej pozycji siedzącej przed telewizorem i/lub komputerem może prowadzić do urazów samoistnych i zwyrodnień, zarówno struktur twardych jak i miękkich. Warto wyjaśnić, że ogólna kondycja zdrowotna człowieka, to zarówno pewna doza codziennego wysiłku umysłowego, jak i umiarkowany wysiłek fizyczny, zapewniający odpowiedni poziom kondycji fizycznej mięśni ciała. Do codziennego funkcjonowania na przeciętnym poziomie wystarcza pewna aktywność umiarkowana, jak to jest u ludzi w podeszłym wieku, natomiast utrzymanie pełnej kondycji i zdrowia człowieka młodego lub w wieku średnim wymagane są dodatkowe ćwiczenia na świeżym powietrzu jak spacer, przejażdżki rowerowe, bieganie, pływanie, gry indywidualne i zespołowe, najlepiej realizowane w odpowiednio dobranym cyklu tygodniowym. Rodzaj wysiłku i ćwiczeń może zależeć od pory roku, indywidualnych zdolności i możliwości [4, 5].

Podczas planowania ćwiczeń wysiłkowych główną uwagę poświęca się utrzymaniu kondycji mięśni aparatu ruchu, tj. układu lokomocyjnego (mięśni nóg) i układu manipulacyjnego (mięśni rąk). Takie podejście nawet u praktycznie sprawnych osób, szczególnie gdy na co dzień pracują w długotrwałej pozycji na siedząco, np. przy biurku lub/i przy komputerze, w wypadku gwałtownego powstania lub niesymetrycznego podźwignięcia nawet niewielkiego ciężaru może skutkować jednostronnym przeciążeniem lub skurczem mięśni i urazem kręgosłupa powodującym dolegliwości bólowe. Dlatego też równie ważnym jest utrzymanie wysokiej kondycji i sprawności mięśni pleców, tj. grzbietu i kręgosłupa. W celu utrzymania kondycji mięśni i stawów krę-

Autor korespondujący:

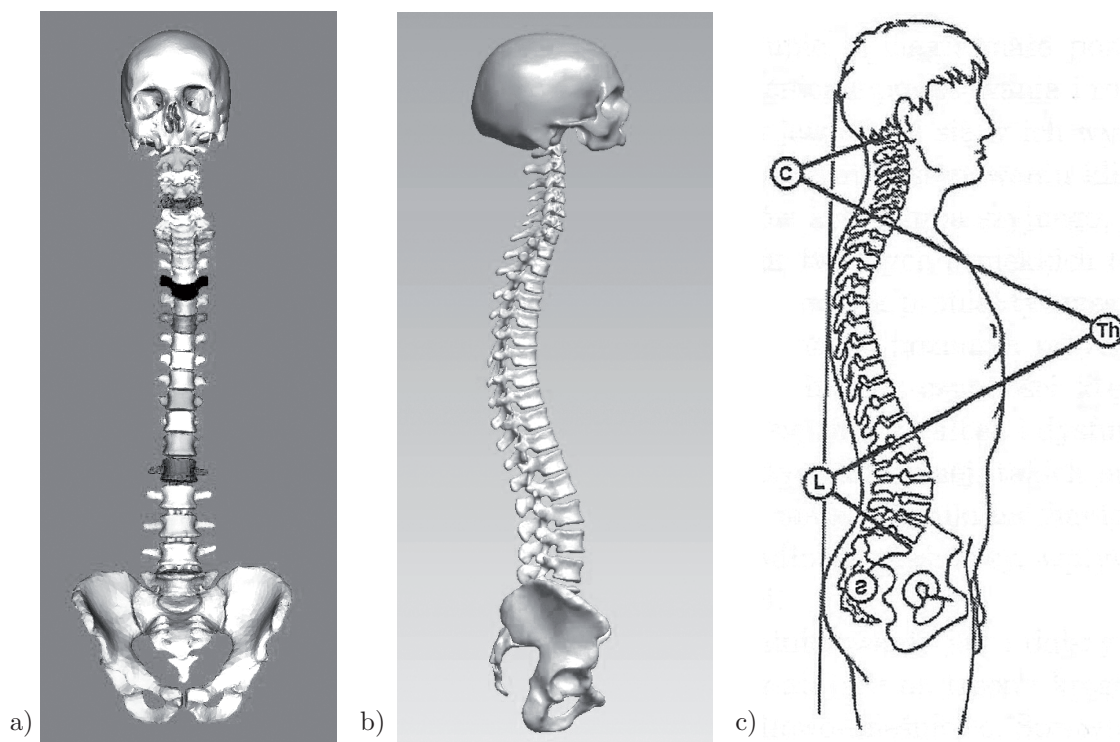
Krzysztof Mianowski, kmianowski@meil.pw.edu.pl

Artykuł recenzowany

nadesłany 28.10.2015 r., przyjęty do druku 3.12.2015 r.



Zezwala się na korzystanie z artykułu na warunkach licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 3.0



Rys. 1. Kształt geometryczny linii kręgosłupa: a) w widoku z przodu, b) w widoku z boku, c) z oznaczeniem przebiegu krzywizn wg [22]
 Fig. 1. The geometry of the spine line: a) a front view, b) side view, c) with the designation of curved lines by [22]

gosłupa korzystnym jest wykonywanie ćwiczeń uruchamiających tzw. dynamiczną grę stawową kręgów w połączeniu ze względnymi ruchami rotacyjnymi kręgosłupa. W wypadku urazu i związanych z tym zjawisk bólowych wymaga to odpowiedniego podejścia i zaplanowania skutecznej, systematycznej rehabilitacji, co jest procesem trudnym i długotrwałym [11].

Analiza statystyczna danych dotyczących stanu zdrowotnego społeczeństw krajów uprzemysłowionych [22] pokazuje, że około 10–12% populacji stanowią osoby w różnym stopniu niepełnosprawne. Około połowa z nich wymaga stosowania sztucznych urządzeń do wspomagania lub zastępowania utraconych funkcji organizmu. Dotyczy to w szczególności niepełnosprawności ruchowych, tj. utraconych funkcji manipulacyjnych i lokomocyjnych kończyn jak też postępującej niepełnosprawności układu ruchu u osób w podeszłym wieku oraz upośledzenia funkcji różnych organów wewnętrznych. U znacznej części osób niepełnosprawnych polepszenie komfortu życia przez usprawnienie czynności chwytanych i manipulacyjnych kończyn górnych albo polepszenie możliwości lokomocyjnych kończyn dolnych można osiągnąć przez zastosowanie urządzeń protetycznych lub ortotycznych albo odpowiednich wózków inwalidzkich. Jednak większość prostych urządzeń mechanicznych nie zapewnia właściwego poziomu samodzielności i samowystarczalności.

Współczesny rozwój mechaniki, elektrotechniki, układów napędowych, elektroniki i automatyki pozwala na zwiększenie funkcjonalności istniejących urządzeń z tego zakresu jak i na tworzenie nowych rozwiązań zapewniających znaczne polepszenie komfortu i samodzielności użytkownika. Dla przykładu, wykorzystanie manipulatorów technicznych lub robotów do obsługi pacjentów z różnym stopniem uszkodzenia aparatu ruchu stało się możliwe dzięki rozwojowi inżynierii rehabilitacyjnej [12–14].

Warto zauważyć, że styl pracy współczesnego człowieka skutkuje wieloma schorzeniami wynikającymi z degradacji aparatu ruchu, podczas gdy utrzymanie ciała w dobrej kondycji wymaga systematycznych ćwiczeń fizycznych. Zaniechanie ruchu oraz

siedzący tryb życia skutkuje utratą masy mięśniowej – zanikiem mięśni oraz stopniowym, systematycznym zmniejszaniem się wytrzymałości i sprężystości ścięgien, kości i stawów, np. wskutek odwapnienia. Rezygnacja z odpowiednio zaplanowanej codziennej dawki ruchu na świeżym powietrzu wywołuje spowolnienie tętna i przepływu krwi w naczyniach, zmniejszenie sprawności narządów wewnętrznych i obniżenie zdolności oczyszczania organizmu z toksyn. Efektem jest stopniowe zmniejszenie sprawności fizycznej, obniżanie się nastroju, spadek poziomu zadowolenia z życia, i stopniowa degradacja ogólnego poziomu zdrowia.

Skoliozy, czyli boczne skrzywienia kręgosłupa gnębią ludzkość od dawien dawna, jednak w końcu XX i na początku XXI wieku stały się jednym z najpoważniejszych problemów społecznych, dotyczącym szczególnie młodzieży w okresie rozwoju. Siedzący tryb życia, brak ruchu na świeżym powietrzu, nadużywanie środków farmakologicznych i nadmierne wygodnictwo prowadzi do wad postawy i wtórnych zmian w układzie krążeniowo-oddechowym oraz spadku sprawności ogólnej. Aktualnie prowadzi się rozległe badania nad patogenezą chorób kręgosłupa, jednak nadal brak jest skutecznych metod przeciwdziałania ich powstawaniu i skutecznych metod leczenia i rehabilitacji. Podstawowym celem projektu DKK było stworzenie prototypu Dynamicznego Korektora Kręgosłupa wraz z metodyką ćwiczeń kinezyterapeutycznych, oraz potwierdzenie jego działania w praktyce fizjoterapeutycznej.

2. Dynamiczny Korektor Kręgosłupa (DKK) – założenia metody

Medycyna stale poszukuje nowych rozwiązań diagnostycznych i terapeutycznych, które umożliwiłyby podjęcie skutecznego leczenia przy równoczesnej minimalizacji zagrożeń dla zdrowia pacjenta. Zagrożenia te wynikają ze stosowania określonych technologii leczniczych oraz materiałów i leków o nadmiernej toksyczności i niskiej specyficzności.

Boczne skrzywienia kręgosłupa (*scoliosis*) znane są od dawna i ze względu na częstość występowania stanowią poważny problem społeczny. Zniekształcenie to jest ciężką wadą postawy, której towarzyszą wtórne zmiany w układzie krążeniowo-oddechowym ograniczające w znacznym stopniu ogólną sprawność chorego.

Znane są urządzenia trakcyjne i przyrządy ćwiczebne, stosowane w zależności od typu schorzenia do wzmacniania mięśni głównie posturalnych, które wzmocnione korygują i kształtują sylwetkę kręgosłupa. W literaturze medycznej [15–17] omawiane są nie tylko urządzenia typu korektory do korekcji bocznych skrzywień kręgosłupa (metoda „presio”, której punktem wyjścia jest teoria ROAFA mówiąca o decydującym znaczeniu rotacji w progresji skrzywień kręgosłupa, a dokładniej o trójpłaszczyznowej korekcji skolioz), a także urządzenia wyciągowo-korekcyjne przy leczeniu bólów przykręgosłupowych, np. w dyskopatii. Jednakże żadne ze znanych urządzeń nie umożliwia wykonania korekcji przywracającej fizjologiczną grę stawową w zablokowanych stawach kręgosłupa.

Analizując dane literaturowe można wysnuć wniosek, że dotychczasowe badania zmierzające do wyjaśnienia przyczyn powstawania bocznych skrzywień kręgosłupa pozwoliły opracować pewne koncepcje etiopatogenetyczne, ale nie rozwiązują problemu [11, 15–22].

Na rys. 1. pokazano model 3D kręgosłupa w widoku z przodu, z boku oraz z oznaczeniem przebiegu jego naturalnych krzywizn. W widoku czołowym (z przodu lub z tyłu) przebieg linii kręgosłupa powinien wykazywać naturalną symetrię, tj. linia wyznaczona przez końce wyrostków kolczystych powinna być linią prostą pionową. Natomiast w widoku z boku powinniśmy wyraźnie zaobserwować trzy krzywizny wyznaczone liniami jak na rys. 1c, tj. w dole kręgosłupa występuje lordoza lędźwiowa, powyżej kifoza piersiowa i w obrębie szyi lordoza szyjna. Wskutek urazów powypadkowych, długotrwałych przeciążeń, lub zwyrodnień wywołanych nieprawidłową postawą przy braku nawyku codziennej gimnastyki, zarówno symetria jak i przebieg krzywizn mogą zostać zaburzone. Pojawiają się wtedy zmiany symetrii obserwowane w postaci skolioz bocznych lub tzw. przeprosty albo nadmierne wygięcia. Ponieważ kręgosłup jest ruchomym stosem kręgów połączonych poprzez elastyczne krążki międzykręgowe i stawy, a jego właściwa geometria jest utrzymywana przez więzadła i mięśnie posturalne w stanie określonej równowagi dynamicznej, więc zmiany powypadkowe czy zmiany zwyrodnieniowe zaburzają jego normalną pracę, co prowadzi do nadmiernego zmęczenia mięśni, pojawienia się blokady w stawach a nawet uszkodzenia krążków międzykręgowych i ich zewnętrznych struktur włóknistych (przepukliny), co w efekcie wywołuje stan chorobowy i często wymaga ingerencji chirurgicznej. W wypadku blokad w stawach wywołanych przykurczami mięśniowymi i niewielkich przepuklin lokalnych możliwa jest korekta krzywizn wymuszona odpowiednią gimnastyką.

Głównym celem prac prowadzonych w kilku ostatnich latach przez interdyscyplinarny zespół naukowców i konstruktorów w firmie Bio.morph jest stworzenie prototypu Dynamicznego Korektora Kręgosłupa (DKK), opracowanie metodyki ćwiczeń kinezyterapeutycznych prowadzonych na tym urządzeniu oraz potwierdzenie jego działania w praktyce fizjoterapeutycznej. Pomysł zastosowania specjalnego mechanizmu odwzorowującego negatywno przestrzenny kształt pleców oraz naturalne krzywizny kręgosłupa w warunkach dynamicznych i wymuszającego zewnętrznie ruchy skrętne tułowia powstał w trakcie codziennej praktyki fizjoterapeutycznej pomysłodawcy urządzenia [6–9].

Podstawowym założeniem urządzenia do dynamicznej korekcji kręgosłupa (DKK) jest stworzenie możliwości przywrócenia funkcji ruchowych, tzw. gry stawowej segmentów kręgosłupa z jednoczesną neuromobilizacją zakończeń nerwowych we włóknach

mięśniowych, w celu przywrócenia kręgosłupowi naturalnych krzywizn, likwidacji lokalnych przykurczów mięśni i wzmocnienia równomiernego, zbliżonego do naturalnego tonusu mięśniowego zapewniającego normalny, wysoki komfort utrzymania pozycji ciała z wyeliminowaniem efektów bólowych. Równoczesne wymuszenie lekkiej trakcji wyciągowej oraz dynamicznych ruchów skrętnych powinno zapewnić przywrócenie prawidłowego wzajemnego usytuowanie kręgów w stawach oraz ich odpowiednie rozsuniecie w obszarach krążków międzykręgowych

Dynamiczny Korektor Kręgosłupa ma być urządzeniem do nowoczesnej diagnostyki i terapii zespołów bólowych i zaburzeń funkcji kręgosłupa przy minimalizacji zagrożeń dla zdrowia pacjenta, związanych z zażywaniem niebezpiecznych środków farmakologicznych.

Podstawą „projektu DKK” jest stworzenie urządzenia ćwiczebnego w oparciu o zaproponowaną metodykę ćwiczeń zwaną dalej metodą DKK (przygotowanie wstępnego prototypu; konsultacje kliniczne; przygotowanie prototypów testowych; poinstruowanie lekarzy konsultantów o założeniach przyjętych podczas konstruowania urządzenia do dynamicznej korekcji kręgosłupa DKK); przeprowadzenie odpowiednich badań (potwierdzenie działania prototypu w praktyce fizjoterapeutycznej).

Pozycje wyjściowe ćwiczebne, jakie pacjenci będą przyjmować podczas ćwiczenia na przyrządzie są uzależnione m.in. od rodzaju i stanu zaawansowania danego schorzenia kręgosłupa oraz sił mięśniowych. Wszelkie ćwiczenia wykonywane zarówno na przyrządzie podczas głównej gimnastyki jak i podczas dodatkowych ćwiczeń powinny być wykonywane:

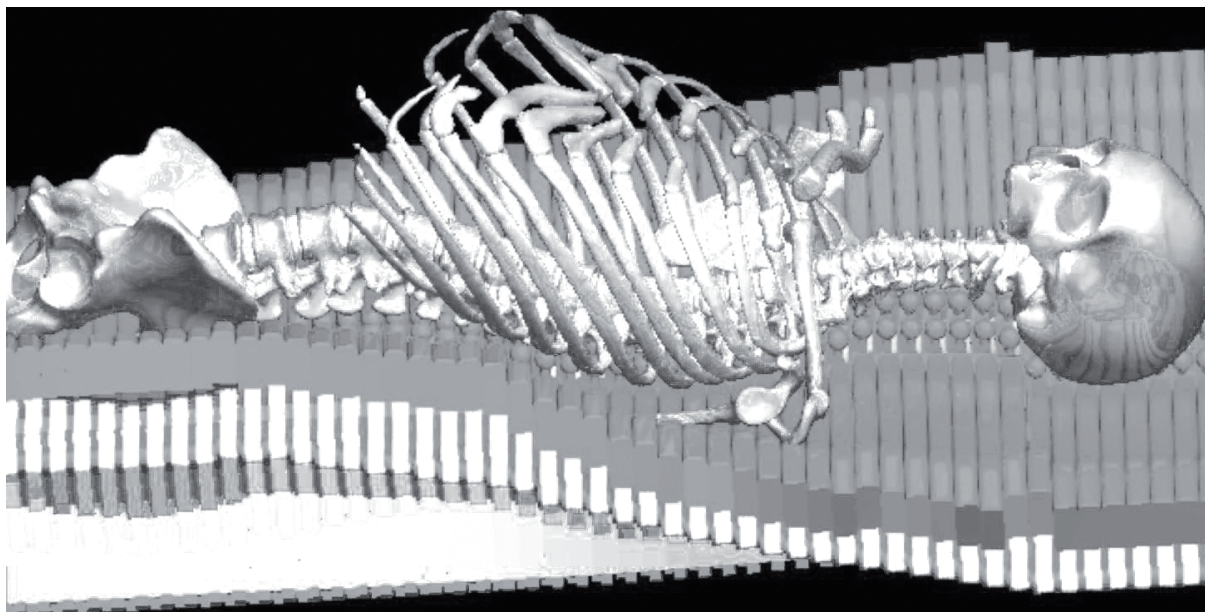
- po pierwsze – „miętko” (nie należy stosować maksymalnej siły; bezwzględnie płynnie i poprawnie powtarzać wzorce ruchowe);
- po drugie – elastycznie (szybkie i zrywane ruchy są zabronione);
- po trzecie – w maksymalnym zakresie ruchu w danym stawie;
- po czwarte – wzorce ruchowe powinny być powtarzane przez pacjenta aż do momentu lekkiego zmęczenia mięśni.

3. Stanowisko do ćwiczeń rehabilitacji kręgosłupa metodą DKK

Celem projektu było opracowanie Dynamicznego Korektora Kręgosłupa (DKK). Ma to być urządzenie umożliwiające leczenie dysfunkcji kręgosłupa poprzez przywracanie fizjologicznej gry stawowej w zablokowanych stawach. Zasada jego działania opiera się na dynamicznym i jednocześnie skorygowanym, powtarzalnym i dokładnym wspomaganiu mobilizacji wszystkich stawów kręgosłupa w ułożeniu odciążającym. W ramach projektu zaplanowano też opracowanie metody leczniczej związanej z tym urządzeniem.

Budowa prototypu została poprzedzona badaniami symulacyjnymi odwzorowującymi oddziaływanie układu mięśniowo-szkieletowego człowieka i urządzenia DKK. Badania symulacyjne wykorzystano również w późniejszych fazach realizacji projektu, do planowania modyfikacji prototypu, a także uogólnień uzyskiwanych wyników pomiarowych. Analizując pozycje postawy ciała, jakie przyjmujemy w swoim życiu, można założyć, iż pozycją ułatwiającą terapię kręgosłupa jest pozycja częściowo zbliżona do tej jaką przyjmuje dziecko w łonie matki. W przypadku omawianego projektu wyjściową pozycją ćwiczebną jest leżenie na plecach, w której kończyny górne są zgięte w łokciach bocznie styknie z klatką piersiową (dotykają tułowia), dłonie uniesione w górę na wysokości barków; kończyny dolne maksymalnie ugięte w kolanach tak aby uda były styknie z tułowiem, a podudzia i stopy w ułożeniu umożliwiającym wykonanie wyprostów. Taka pozycja została założona jako pozycja wyjściowa przy opracowywanym projekcie dynamicznego korektora kręgosłupa DKK.

Na rys. 2. pokazano wizualizację podstawowej koncepcji pracy modułu podstawowego *Stanowiska*



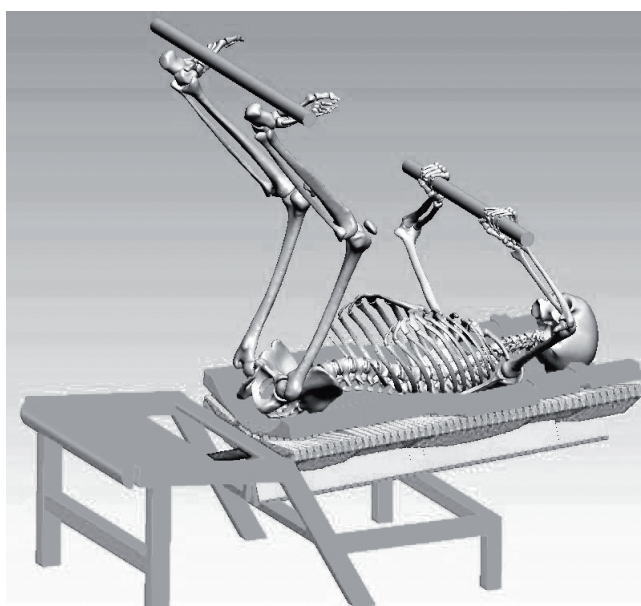
Rys. 2. Moduł podstawowy stanowiska do rehabilitacji kręgosłupa metodą DKK
Fig. 2. Stand for spine rehabilitation by DCMS method – basic model

Moduł podstawowy jest złożony z odpowiedniej liczby podatnych segmentów ruchomych pozwalających na podporowe negatywne odtworzenie kształtu pleców na całej ich długości, w szczególności w zakresie krzywołukowych krzywizn poprzecznych i podłużnych z jednoczesnym dynamicznym „wyśrodkowaniem” wyrostków kolczystych na linii naturalnych krzywizn kręgosłupa.

Na rys. 3. pokazano metodę wymuszania naprzemiennych ruchów skrętnych kręgosłupa możliwą do realizacji na stanowisku.

Konstrukcja przyrządu jako mechanizm przestrzenny została opracowana w taki sposób, aby umożliwiała wykonywanie korygujących ruchów rotacyjnych segmentów kręgosłupa w lekkiej trakcji (rozciągnięciu), co zapewnia ich mobilizację do naturalnego rozstawienia. Ruchy te, ze względu na indywidualne odczucia, kontroluje bezpośrednio pacjent. Realizacja ćwiczeń kręgosłupa odbywa się w pozycji leżącej i jest wymuszana przez odpowiednio zsynchronizowane ruchy kończyn górnych i dolnych pacjenta. Wymaga to dynamicznego, ruchowego zaangażowania prawie całego ciała i w efekcie prowadzi do pozytywnych skutków wynikających z treningu mięśniowego całego organizmu. Ćwiczenia wykonywane samodzielnie przez chorego na zaproponowanym urządzeniu korygują kręgosłup, przywracają grę stawową w zablokowanych stawach kręgosłupa, podczas dynamicznego ruchu rotacyjnego odciążonego kręgosłupa. Ruch rotacyjny kręgosłupa uzyskuje się dzięki oddziaływaniu całego łańcucha kinematycznego urządzenia wraz z kończynami górnymi i dolnymi osoby rehabilitowanej poruszającymi się w odpowiedni, kontrolowany sposób ruchem naprzemiennym.

Stanowisko DKK składa się z podstawy dolnej zamocowanej do podłoża oraz ramy ruchomej obracanej w osi poziomej siłownikiem liniowym w celu zmiany pozycji pracy do pozycji poziomej (rys. 4, 5 i 6). W celu wykonywania ćwiczeń pacjent zajmuje pozycję siedzącą zapinając stopy w obejmę podpór oraz chwytając rękami za dźwignie oporujące górne. W pasie biodrowym pacjent zostaje zapięty za pomocą specjalnej obejmę biodrowej. W tej pozycji rama ruchoma zostaje przestawiona do pozycji poziomej, w której pacjent rozpoczyna ćwiczenia. Ćwiczenia polegają na naprzemiennym wyciskaniu na wprost lewej ręki – prawej nogi a następnie prawej ręki – lewej nogi uruchamiając naprzemienne ruchy skrętne kręgosłupa.

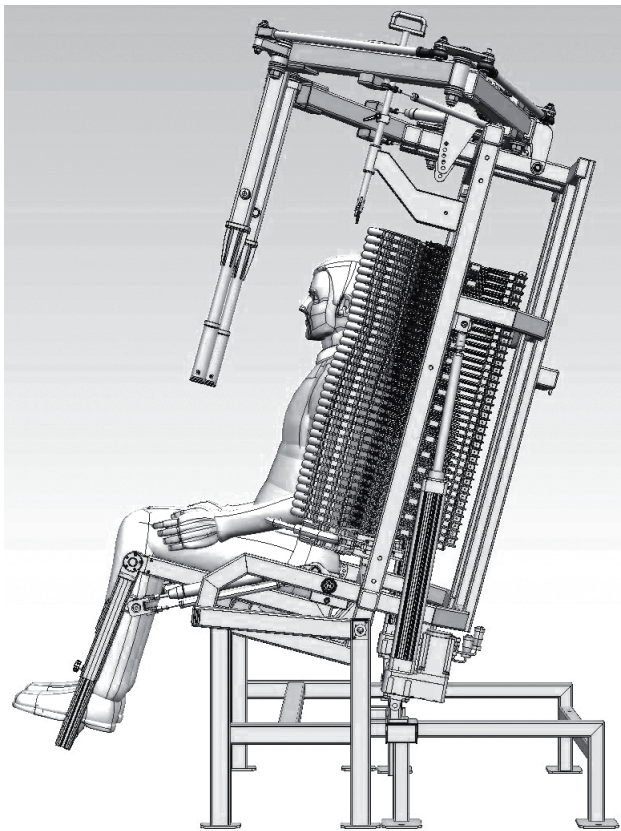


Rys. 3. Metoda treningu rehabilitacyjnego kręgosłupa z udziałem ruchów skrętnych
Fig. 3. Rehabilitation training method with twists of the body

4. Podsumowanie

W pracy przedstawiono stan zaawansowania prac nad stanowiskiem do rehabilitacji kręgosłupa metodą DKK. Proponowane rozwiązanie DKK jest rozwiązaniem oryginalnym, nie stosowanym dotychczas w praktyce fizjoterapeutycznej w żadnym ośrodku krajowym lub zagranicznym. Według opinii lekarzy specjalistów w zakresie chorób kręgosłupa może ono przełamać stereotyp sposobu leczenia u niektórych pacjentów i z pożytkiem przysłużyć się do ich efektywnego leczenia.

W założeniu DKK może przywracać zaburzone funkcje kręgosłupa i to przy zmniejszonym zaangażowaniu personelu (mniejsza liczba osób może nadzorować rehabilitację nawet na kilku



Rys. 4. Stanowisko DKK do dynamicznej korekty kręgosłupa – widok ogólny z boku

Fig. 4. DCMS stand for the dynamic spine correction – general side view

urządzeniach). Uwzględniając dużą zachorowalność związaną z bólem dolnego odcinka kręgosłupa (dotyka to około 80% populacji ludzkiej w ciągu życia), a w związku z tym ponoszone duże koszty leczenia, warto podkreślić, że wprowadzenie projektu DKK w życie może spotkać się z pozytywnym, oczekiwanym odbiorem w społeczeństwie zmniejszając koszty ponoszone z tego tytułu oraz znacznie obniżając koszty społeczne.

Urządzenie jest głównie przeznaczone do stosowania w poradniach, oddziałach i centrach rehabilitacyjnych oraz w szpitalnych zakładach rehabilitacyjnych przy oddziałach ortopedycznych, neurologicznych i neurochirurgicznych zajmujących się leczeniem chorób kręgosłupa przez specjalistów świadczących usługi medyczne z dziedziny fizjoterapii takich jak: lekarze, rehabilitanci, fizjoterapeuci, a szczególnie specjaliści z zakresu medycyny manualnej – chiropraktycy.

Przyrząd jest tak pomyślany, aby można na nim było wykonywać ruchy rotacyjne korygujące i mobilizujące segmenty kręgosłupa, na dodatek w lekkiej trakcji, które kontroluje bezpośrednio pacjent (ze względu na indywidualne odczucia). Realizacja tych ruchów wymaga wykonywania ruchów kończyn górnych i dolnych, a więc ruchowego zaangażowania prawie całego ciała, co prowadzi do pozytywnych skutków wynikających z treningu mięśniowego organizmu.

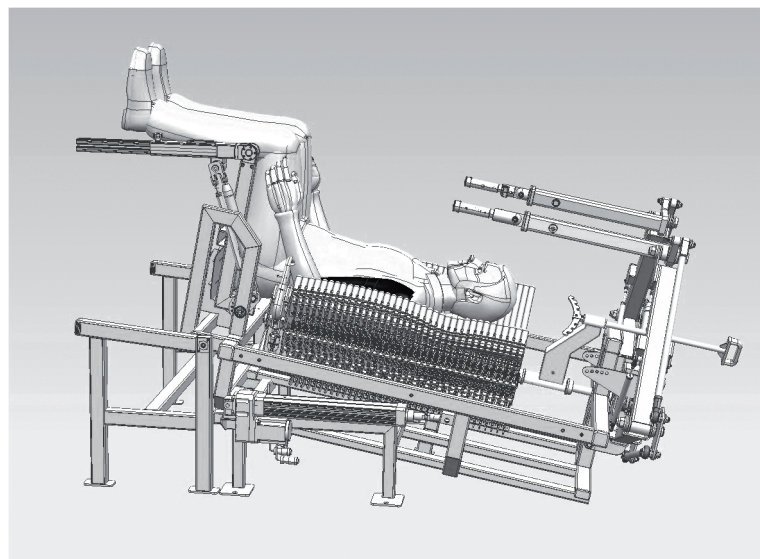
Istota urządzenia do dynamicznej korekty kręgosłupa polega na tym, iż umieszczone wzdłuż osi długiej kręgosłupa ruchome ramiona podporowe wywołują ruch popychaczy ustawionych stycznie w okolicy podstaw wyrostków kolczystych w poszczególnych segmentach kręgosłupa. Popychacze przemieszczając się dynamicznie, korygują kręgosłup przywracając go do naturalnej postawy. Ruch rotacyjny kręgosłupa uzyskuje się dzięki oddziaływaniu całego łańcucha kine-

matycznego, jakim jest ruch naprzemiennie poruszających się kończyn górnych i dolnych.

W trudniejszych przypadkach bólowych, lub w zależności od typu schorzenia, można będzie uzyskać ruch wymuszony zewnętrznie (w odciążeniu) lub inny zadany, według wskazań do terapii metodą dynamicznej korekty. Pozycją wyjściową dla ruchu na tym urządzeniu jest pozycja kręgosłupa – określana jako neutralna, tj. pośrednia między zgięciem a wyprostem (chodzi o takie ułożenie kręgosłupa, w którym każdy segment w stosunku do segmentów powyżej i poniżej znajduje się w pozycji neutralnej – inaczej w możliwie najmniejszym napięciu, już samo leżenie na plecach, ale np. na twardej podłodze, nie jest neutralne, gdyż odcinek szyjny ma pogłębione zgięcie, natomiast odcinek piersiowy ma w tym samym czasie zwiększony wyprost, a lędźwiowy znowu zgięcie, inaczej mówiąc oddziałują na niego zbyt duże siły prostujące itd.)

Powierzchnie stawowe kręgów są w ustawieniu neutralnym najmniej obciążone w tzw. części ruchowej a układ stabilizujący, czyli mięśnie, więzadła, torebki stawowe najmniej napięte. Jest to bardzo istotne dla tego urządzenia, gdyż żadne ze znanych urządzeń nie zabezpiecza tak doskonale i jednocześnie pozycji kręgosłupa, korygując ją dokładnie i równomiernie wzdłuż całej długości.

Urządzenie do dynamicznej korekty kręgosłupa DKK jest przyrządem gimnastycznym. Należy zakwalifikować je do grupy fizjoterapeutycznych urządzeń gimnastyczno-korekcyjnych, przywracających ruchomość stawów kręgosłupa z jednoczesnym treningiem mięśniowym w bardzo szeroko pojętej terapii kręgosłupa.



Rys. 5. Stanowisko DKK – pozycja pracy do ćwiczeń

Fig. 5. DCMS stand – ready to use position

Urządzenie do dynamicznej korekty kręgosłupa DKK jest przeznaczone do leczenia chorych, u których w przebiegu podstawowej choroby (choroba zwyrodnieniowa kręgosłupa, dyskopatie z zespołem bólowym, zeszczywniające zapalenie stawów kręgosłupa) występują odruchowe zmiany krzywizn fizjologicznych kręgosłupa z ograniczeniem zakresu ruchu i bólami kręgosłupa. W przepuklinach dyskowych lędźwiowego odcinka kręgosłupa stosowane jest od dawna leczenie trakcyjne (wyciągi) oraz ręczna mobilizacja kręgosłupa przez chiropraktyków. W literaturze medycznej (i nie tylko) znajdują się opisy szeregu urządzeń, np. korektorów korekty bocznych skrzywień kręgosłupa jak i urządzeń wyciągowo-korekcyjnych przy leczeniu bóli przykręgosłupowych w dyskopatii. Jednak żadne ze znanych urządzeń nie umożliwia



Rys. 6. Stanowisko DKK – widok z boku

Fig. 6. DCMS stand – side view

wykonania dynamicznej korekcji przywracającej fizjologiczną grę stawową w zablokowanych stawach kręgosłupa w stopniu, w jakim wykonuje to urządzenie z jednoczesnym treningiem mięśni – zwłaszcza krótkich rotatorów zaangażowanych w ruch poprzez cały układ kinematyczny kręgosłupa, naprzemiennego ruchu rąk i nóg, w sposób dynamiczny i jednocześnie skorygowany.

Urządzenie DKK, zgodnie z założeniami projektu, dzięki swojej innowacyjnej budowie umożliwia w sposób bezpieczny dynamiczną autokorekcję kręgosłupa, z jednoczesnym wzmocnieniem mięśni w sposób powtarzalny (zakres ruchu, obciążenia itd.). Budowa urządzenia wg. wstępnej koncepcji stwarza możliwość uzyskania ruchu kręgosłupa w lekkiej trakcji (układ trzech krzywizn wg. ortopedycznego korektora krzywizn). Urządzenie umożliwia negatywne odwzorowanie pleców jako stan wyjściowy, zbadanie zakresu ruchomości pomiędzy segmentami kręgosłupa; w trakcie terapii jest możliwość badania czy dane segmenty ulegają uruchomieniu, następnie czy wzrasta siła mięśniowa i czy zadana liczba powtórzeń ruchu wpływa neurmobilizująco (odbarcza nerw wyzwalając zanik dolegliwości bólowych). Założenia, które zostały przedstawione dowodzą możliwości osiągnięcia założonego celu. Wynik projektu pozwala w sposób dokładnie zdefiniowany stosować nową metodę leczniczo-rehabilitacyjną, które zamierza się potwierdzić klinicznie.

Istotnym elementem zbudowanego prototypu urządzenia DKK jest skomputeryzowany układ pomiarowy, pozwalający na ciągłą rejestrację w czasie około 30 parametrów charakteryzujących zachowanie się osoby ćwiczącej (24 przemieszczenia kątowe ruchomych kręgów, siły reakcji rąk i nóg oddziałujących na elementy urządzenia).

Zostanie opracowana metoda wykorzystania rejestrowanych wielkości do oceny stanu początkowego kręgosłupa osoby poddawanej ćwiczeniom (ruchomość połączeń sąsiadujących kręgów, identyfikacja sytuacji kiedy ćwiczący dochodzi do granicy bólu – powinno to być możliwe na podstawie zapisu sił, z jakimi ćwiczący oddziałuje na urządzenie), a następnie oceny postępów procesu rehabilitacji.

Planuje się, że kompendium wiedzy zdobyte w trakcie trwania projektu będzie opracowane w formie skryptu – jako integralna część całego projektu, a po zakończeniu projektu podręcznika.

Powstanie w ten sposób nowa metoda, której integralną częścią jest urządzenie DKK umożliwiające wykonanie dynamicznej korekcji przywracającej fizjologiczną grę stawową w zablokowanych stawach kręgosłupa, w stopniu w jakim wykonuje to urządzenie z jednoczesnym treningiem mięśni – zwłaszcza krótkich rotatorów zaangażowanych w ruch poprzez cały układ kinematyczny, naprzemiennego ruchu rąk i nóg, w sposób dynamiczny i jednocześnie skorygowany.



5. Wnioski

Badania statystyczne wskazują, iż w Polsce jak i na świecie około 80% populacji ma problemy związane z bólami kręgosłupa. Największym problemem osób, które mają dolegliwości bólowe okolicy kręgosłupowej jest ich własna bierność ruchowa, przy czym należy nadmienić, iż nie każda aktywność ruchowa jest zupełnie zdrowa np. jeśli wykonujemy monotonne czynności przeciążające tylko określone partie ciała. Namawiać należy więc wszystkich do ruchu, ale takiego który usprawnia a nie obciąża zbyt mocno organizm. Fizjoterapia jest dziedziną medycyny, która wykorzystuje ruch m.in. w oparciu o kinezyterapię czyli leczenie ruchem.

Dynamiczny Korektor Kręgosłupa to urządzenie do nowoczesnej diagnostyki i terapii zespołów bólowych i zaburzeń funkcji kręgosłupa przy minimalizacji zagrożeń dla zdrowia pacjenta, związanych z zażywaniem znieczulających środków farmakologicznych. Podstawowym celem projektu DKK było stworzenie prototypu Dynamicznego Korektora Kręgosłupa wraz z metodyką ćwiczeń kinezyterapeutycznych, oraz potwierdzenie jego działania w praktyce fizjoterapeutycznej. Celem projektu jest opracowanie urządzenia umożliwiającego leczenie dysfunkcji kręgosłupa poprzez przywracanie fizjologicznej gry stawowej w zablokowanych stawach w sposób dynamiczny i jednocześnie skorygowany,

powtarzalny i dokładny poprzez jednoczesne wykonywanie mobilizacji wszystkich stawów kręgosłupa w ułożeniu odciążającym, i opracowanie metody leczniczej związanej z tym urządzeniem.

Podziękowanie

Prace B+R zaprezentowane w artykule zostały wykonane w celu wdrożenia na rynek usług fizjoterapeutycznych opartych o Dynamiczny Korektor Kręgosłupa (UDA-POIG.01.04.00-14-081) w ramach projektu współfinansowanego przez unię europejską z europejskiego funduszu rozwoju regionalnego oraz z budżetu państwa – Dotacje na innowacje – Inwestujemy w waszą przyszłość.

Bibliografia

1. Będziński R., *Biomechanika Inżynierska*, Oficyna Wyd. Pol. Wrocławskiej, Wrocław 1997.
2. Freddy M. Kaltenborn., *Kręgosłup – badanie manualne i mobilizacja*, Wyd. Rolewski, Toruń 1998.
3. Frisch H., Roex J., *Terapia manualna*, PZWL, Warszawa, 2001,
4. Gasik R., Styczyński T., *Niektóre cechy szczególne przebiegu klinicznego zespołów bólowo-korzeniowych wywołanych dyskopatią lędźwiową u chorych z otyłością*, „Reumatologia”, Vol. 43, Nr 5, 2005, 53-239.
5. Gasik R., *Wiek chorych a ból krzyża*, “Polish Journal of Neurology and Neurosurgery”, 2005, 39(4);53-239,
6. Kaczmarek W., Patent P 363420 – Urządzenie do Dynamicznej Korekcji Kręgosłupa,
7. Kaczmarek W., Patent P 363419 – Ortopedyczny Korektor Krzywizn,
8. Kaczmarek W., Patent P 275968 – Urządzenie do masowania,
9. Kaczmarek W., Patent WZ 11527 – Poduszka korekcyjno-wyciągowa,
10. Kiwerski J., *Urazy kręgosłupa odcinka szyjnego*, PZWL, Warszawa, 1993,
11. Lewit K., *Leczenie manualne zaburzeń czynności narządu ruchu*, PZWL, Warszawa, 1984,
12. Mianowski K., Nawrat Z., *Perspectives of medical robotics evolution in Poland in the beginning of twenty first century*, Proceedings of MMAR'02, Szczecin 2002.
13. Mianowski K., *Manipulator POLMAN 3X2 do zastosowań neurochirurgicznych*, Mat. Konf. AUTOMATION 2003, Wyd. PIAP, Warszawa 2003, s. 378-389,
14. Mianowski K.: *Projektowanie manipulatorów medycznych z wykorzystaniem modeli wirtualnych*, WKiŁ, W-wa 2005, t. 2, s.131-138,
15. Neumann H. D.: *Medycyna manualna*. PZWL. Warszawa, 1992 (tabele),
16. Zembaty A. (red.), *Fizjoterapia*, PZWL, Warszawa 1987.
17. Dega W. (red.): *Ortopedia i rehabilitacja*, PZWL, Warszawa 1983.
18. Szprynger J., Sozańska G.: *Neuromechanika i neuromobilizacje w fizjoterapii*, Wyd. Czelej Lublin,
19. Styczyński T., Gasik R.: *Clinical consideration of the hips function in the patients with lumbar spine discopathy*, European Spine Journal 2002, August (11), Suppl. 1:33,
20. Styczyński T.: *Przyczyny i następstwa niepowodzeń w leczeniu choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa I dyskopatii z uszkodzeniem układu nerwowego*, Reumatologia 2003, 4:348-351,
21. Styczyński T.: *Zwyrodnieniowa stenoza kanału kręgowego z objawami klinicznymi chromania neurogennego. Patomechanizm rozwoju objawów klinicznych i implikacje terapeutyczne*, Reumatologia 2004, 1:59-63,
22. Tylman D., *Patomechanika bocznych skrzywień kręgosłupa*, PZWL, Warszawa 1972.

The Stand for Rehabilitation of the Human Spine

Abstract: Humans needs of the systematical exercises to keep normal, and good physical condition of human body. Absence of normal daily motions and exercises will loss of mass of muscles with disappearance of muscles and gradual, systematical decreasing of elasticity and strenghteness of bones and of ponds as a consequence of decalcification. Man by executing usual everyday practical acts, executes a physical effort (power), what assures keeping of his physical form in certain average level. It should be ascertain, that to keep normal full physical form, the man should demand of additional exercises in an open area (in fresh air) as walking, cycling, running, swimming, individual and team games for example in weekly cycle. It demands of special stands and devices for executing physical exercises with actual monitoring of the stand parameters and of human body conditions. Such an equipment should be highly functional, safe and easy in service. Till now the main attention was subjected to muscles of human extremities: upper – hands with hands and lower – legs with feets. Actually we now, that the spinal muscular system is very important too. To keep good condition of muscles and joints of spine, it is good to execute exercises in which muscles and joints of spine initialised dynamical game of ponds with rotational motions. The originally invented stand for exercises of spine muscles and ponds is presented in the paper. Special equipment allow to continuous measure of actual states of kinematics and dynamics of the human spine.

Keywords: rehabilitation of the human spine, dynamic correction of human spine, treatment of scoliosis

dr Wojciech Kaczmarek

wojciech.kaczmarek@forrest24.com

Z wykształcenia fizjoterapeuta. Ukończył Wydział Nauk Medycznych na WSM, jak również Thames Valley University of London, uzyskując tytuł Bachelor of Business Administration. Wieloletnie doświadczenie w rehabilitacji skrzywień kręgosłupa zaowocowało kilkoma opatentowanymi wynalazkami, które służą do utrzymywania zdrowej kondycji kręgosłupa, jak: urządzenie do dynamicznej korekcji kręgosłupa – DKK, ortopedyczny korektor krzywizn, oraz poduszka korekcyjna i urządzenie do masażu.



dr inż. Krzysztof Mianowski

kmianowski@meil.pw.edu.pl

Adiunkt w Zakładzie Teorii Maszyn i Robotów w Instytucie Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej w Politechnice Warszawskiej. Jest absolwentem Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa PW. Jego zainteresowania naukowe skupione są wokół tematyki konstrukcji mechanicznych, robotyki, w szczególności medycznej i manipulatorów równoległych.



mgr inż. Grzegorz Kamiński

grzegorz.kaminski@forrest24.com

Doktorant w Politechnice Warszawskiej. Jego zainteresowania naukowe skupione są wokół biomechaniki. Jest absolwentem kierunku Automatyka i Robotyka, specjalność Robotyka na Politechnice Warszawskiej.



inż. Rafał Rosołek

rafal.rosolek@forrest24.com

Absolwent Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej na kierunku Automatyka i Robotyka, specjalizacja Robotyka.



inż. Marcin Stańczuk

marcin.stanczuk@forrest24.com

Absolwent Politechniki Warszawskiej Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa na kierunku Automatyka i Robotyka, specjalizacja Robotyka. Prowadzi również prace badawcze z zakresu biomechaniki.

