

AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO
im. Eugeniusza Piaseckiego
w Poznaniu

WYDZIAŁ WYCHOWANIA FIZYCZNEGO SPORTU I REHABILITACJI
KATEDRA TEORII I METODYKI SPORTU
ZAKŁAD TEORII SPORTU

KONSPEKT ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

WPŁYW KIEROWANIA POJAZDEM W WARUNKACH
SPECJALNYCH NA PARAMETRY FUNKCJONALNE
MIĘŚNI KARKU NA PRZYKŁADZIE KIEROWCÓW
SPORTOWYCH I ZAWODOWYCH

mgr Katarzyna Jurdeczka

Opiekun naukowy
dr hab. Jan Konarski, prof. AWF

Poznań 2018

Spis treści

1. WPROWADZENIE	3
1.1.Przegląd piśmiennictwa	3
1.2 Budowa i biomechanika kręgosłupa człowieka	7
2.CEL PRACY I HIPOTEZY BADAWCZE	14
3.MTERIAŁ I METODY BADAWCZE	17
3.1 Materiał	17
3.2 Metody	18
3.3 Organizacja i przebieg badań pilotażowych	19
3.4 Badania podmiotowe	20
4. WSTĘPNE WYNIKI BADAŃ PILOTAŻOWYCH	21
4.1 Analiza sondażu diagnostycznego – kierowcy sportowi	21
4.2 Analiza wyników uzyskanych w skali VAS – kierowcy sportowi	22
4.3 Analiza sondażu diagnostycznego – kierowcy zawodowi	23
4.4 Analiza wyników uzyskanych w sakli VAS – kierowcy zawodowi	24
4.5 Charakterystyka zmian parametrów biomechanicznych mięśni odcinka szyjnego	26
5. WSTĘPNE WNIOSKI Z BADAŃ PILOTAŻOWYCH	28
6. PODSUMOWANIE	30
7. STAN BADAŃ I ZAMIERZENIA	31
7.1 Stan badań	31
7.2 Zamierzenia	31
8. PIŚMIENNICTWO	32

1. WPROWADZENIE

1.1. Przegląd piśmiennictwa

Wyścigi samochodowe cieszą się dużą popularnością, ale jednocześnie zaliczane są do sportów niebezpiecznych. Wypadki mogą powodować przeciążenia sięgające do 100G (stan w jakim znajduje się ciało poddane działaniu sił zewnętrznych innych niż siła grawitacji, których wypadkowa powoduje przyspieszenie inne niż wynikające z siły grawitacji), powodując duże ryzyko obrażeń kierowców.¹ FIA stara się uczynić sport samochodowy bezpieczniejszym dając wytyczne konstruktorem do ulepszania konstrukcji aut oraz monitorowania ich bezpieczeństwa.²

Pomimo popularności sportu samochodowego niewiele jest badań naukowych dotyczących fizycznych i fizjologicznych obciążeń u kierowców. Wiele badań naukowych analizowało osiągi samochodu i jego bezpieczeństwo.^{3 4 5 6 7 8} Między innymi The European New Car Assessment Programme (Euro NCAP) od 1997 roku systematycznie testuje bezpieczeństwo czynne i bierne każdego modelu oraz rodzaju auta, informując przy tym opinię publiczną o przyznaniu ilości punktów NCAP danemu samochodowi. Głównym ich celem jest poprawa bezpieczeństwa i ochrony uczestników ruchu. Skupiają się na kontrolowaniu wymogów bezpieczeństwa w aucie przewidzianych przez prawo.

Badania Simona Sternluanda (2017) wykazały pozytywny wpływ systemów Lane Departure Warning (LDW) i Lane Keep Assist (LKA) w zmniejszaniu liczby wypadków. Układy LDW, LKA przyczyniły się do zmniejszenia wypadków czołowych oraz z udziałem jednego pojazdu jadącego z naprzeciwka na szwedzkich drogach, gdzie obowiązywała prędkości 70km/h oraz 120 km/h, przy czym nawierzchnia drogi była sucha a następnie te same

¹ Weaver, C. S., Sloan, B. K., Brizendine, E. J., & Bock, H. (2006). An analysis of maximum vehicle G forces and brain injury in motorsports crashes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(2), 246-249.

² Ch. Raschner, H. Platzer, C. Patterson, Physical characteristics of experienced and junior open-wheel car drivers, *Journal of Sports sciences*, 2013, Vol.31, No.1,58-65

³ Charles M. Farmer (2006) Relationships of Frontal Offset Crash Test Results to Real-World Driver Fatality Rates, *Traffic Injury Prevention*, 6:1, 31-37

⁴ António Moreira, Monica Gouveia, Pedro Macedo. Car Safety. *Handbook of Research on Intelligent Techniques and Modeling Applications in Marketing Analytics*, pages 305-331.;

⁵ Simon Sternlund; The safety potential of lane departure warning systems—A descriptive real-world study of fatal lane departure passenger car crashes in Sweden. *Traffic Injury Prevention*, 2017,p.S18-S23;

⁶ Michael D. Keall, Stuart Newstead; Development of a method to rate the primary safety of vehicles using linked New Zealand crash and vehicle licensing data. *Traffic Injury Prevention* 17:2, 2016, p.151-158.

⁷ Z. Ouni, C. Denis, C. Chauvel, A. Chambaz; Contextual ranking by passive safety of generational classes of light vehicles. *Journal of the Royal Statistical Society*: 2016, p.395-416.

⁸ Ebben, Williams; Strength and Conditioning for Stock Car Racing; *Strength & Conditioning Journal*;2010,p.16-27

próby wykonano na drodze o nawierzchni mokrej. Korzystając z tych systemów zredukowane liczbę wypadków o 30%.

Faktem jest, że wyścigi samochodowe mają duży wpływ zarówno na sferę fizyczną jak i psychiczną zawodnika. Badania częstotliwości skurczy serca (HR) oraz poboru tlenu podczas testów jazdy samochodem oraz motocyklem przez zawodników uprawiających motorsport opublikowane przez Jacobsa i Olveya (przedmiotem byli zawodnicy zespołów fabrycznych i grupy kontrolne), wskazały, że wymagania sercowo – naczyniowe zawodnika - kierowcy i zawodników motocyklowych są niezwykle wysokie ze względu na fizjologiczne obciążenia. Podczas testów częstość skurczy serca oraz pobór tlenu związany był ściśle z tempem jazdy. Średnie wartości HR wahały się od 100 do 120 uderzeń/minutę przy umiarkowanych prędkościach i wraz ze wzrostem prędkości wartość HR wzrosła do 130 – 150 uderzeń/ minutę. Pobór tlenu wzrósł z ok. 1l. przy początkowych prędkościach do 3l. przy prędkościach osiągniętych jak podczas startów.⁹

Podczas jazdy samochodem wyścigowym lub rajdowym, na kierowcę oddziałują przeciążenia. Są one pozornie zwiększeniem ciężaru ciała, w sytuacji, gdy na jego ciężar nakład się przyspieszenie związane z wykonywanym manewrem (zmiany prędkości). Wysokie siły G dzięki optymalizacji aerodynamiki i przyczepności opon podczas hamowania i pokonywania zakrętów są uciążliwe. Analizy trajektorii jazdy wskazały, że kierowca zespołu Williams zanotował na swoim koncie 5,99 g. Wynik ten został zanotowany przez urządzenie pomiarowe, podczas gdy kierowca pokonywał jedno z eliminacyjnych okrążeń do Grand Prix w 1997 roku.

Długotrwałe przeciążenia doprowadzają m.in. do zaburzeń widzenia, urazów w układzie mięśniowo – szkieletowym, a im większa jest wartość przeciążenia tym krócej może ona działać na organizm, ze względu na wynikające niebezpieczeństwa.^{10 11 12} Sensomotoryczna kompetencja, wydaje się być ważna w przeciwstawianiu się siłom G, które mogą zapobiegać urazom mięśniowo – szkieletowym. Rezultaty badań wskazały, że szkolenie fizyczne (wytrenowanie) dla kierowców jest niezbędnym elementem do zapewnienia awansu na poszczególnych etapach zawodów. Szkolenie powinno obejmować: trening siły, koordynacji, szybkości i różnych jej przejawów oraz wytrzymałości – ogólnej oraz specjalnej.

⁹ Jacobs & Olvey, Metabolic and Heart Rate Responses to Open-Wheel Automobile Road Racing: A Single-Subject Study, 2000

¹⁰ Backman, J., Haäkkinen, K., Ylinen, J., Haäkkinen, A., & Kyro" la"inen, H; Neuromuscular performance characteristics of open-wheel and rally drivers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2005; p. 777–784.

¹¹ Lippi, G., Salvagno, G.L., Franchini, M., & Guidi, G.C. (2007). Changes in technical regulations and drivers' safety in top-class motor sports. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 922–925.

¹² Minoyama, O., & Tsuchida, H. (2004). Injuries in professional motor car racing drivers at a racing circuit between 1996 and 2000. *British Journal of Sports Medicine*, 38, p.613–616.

¹³ Ważne też jest również systematyczne kontrolowanie masy i składu ciała kierowcy, ponieważ może mieć to wpływ na funkcjonowanie zawodnika oraz optymalne wykorzystanie przez niego możliwości pojazdu.

Po raz pierwszy w 1972 roku Falkner odnotował, że siła mięśni odcinka szyjnego, rdzenia i nóg jest potrzebna by ustabilizować kierowcę w samochodzie. ¹⁴ Tylko kilka badań naukowych wskazało zdolności poznawcze, stabilność postawy, wytrzymałość i wydolność kierowców wyścigowych.¹⁵ Według Baura i wsp. zespoły fabryczne, kładą bardzo duży nacisk na wysokie wymagania kondycji fizycznej, czasu reakcji oraz zdolności do osiągnięcia wysokiej wytrzymałości kierowców. Wyraźnie lepsza kondycja może mieć pozytywny wpływ na wydajność kierowcy, a także może zapobiegać problemom zdrowotnym takim jak: choroby układu krążenia, niedokrwienie serca, bóle kręgosłupa.¹⁶

Mansfield i wsp. w 2001r. wskazują, że kierowcy sportowi często wystawieni są na urazy układu mięśniowo – szkieletowego. Czynniki przyczyniające się do ich występowania obejmują słabo rozbudowane mięśnie posturalne oraz ekspozycję na wibrację i mechaniczne wstrząsy. Profesjonalni zawodnicy motosportu oraz amatorzy są narażeni na wysokie wibracje i wstrząsy.¹⁷

Pomiędzy rokiem 1982 a 1983 regulamin zawodów uległ zmianie i zmusiło to zespoły do zmniejszenia sztywności elementów zawieszenia w samochodach F1, zapewniając w ten sposób zwiększoną izolację od wibracji. Jednocześnie zmniejszyło to zgłaszane przez zawodników bóle kręgosłupa, natomiast nie wyeliminowało to bólów karku i odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Videman, Simone i Usenius badali u kierowców rajdowych patologiczne zmiany w odcinku lędźwiowym za pomocą rezonansu magnetycznego. Według analizy wyników Magnetic Resonance Imaging (MRI) bóle pleców u kierowców rajdowych i ich pilotów były bardziej powszechne i bardziej intensywne niż u grupy kontrolnej. W przeciwieństwie do oczekiwań dane MRI nie wykazały degeneracji kręgosłupa kierowców rajdowych. Inne badania za pomocą MRI lub radiografii również nie pokazały degeneracji kręgosłupa, pomimo raportów bólu pleców. ¹⁸

¹³ Baur, H., Muller, S., Hirschmuller, A., Huber, G., & Mayer, F. (2006). Reactivity, stability, and strength performance capacity in motor sports. *British Journal of Sports Medicine*, 40, p.910.

¹⁴ Falkner, F.; Isometric exercise and racing driving. *Lancet*, 23, 1971; p.1368–1369.

¹⁵ Backman, J., Ha`kkinen, K., Ylinen, J., Ha`kkinen, A., & Kyro` la`inen, H.; Neuromuscular performance characteristics of open-wheel and rally drivers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19,2005, 777–784.

¹⁶ Baur, H., Muller, S., Hirschmuller, A., Huber, G., & Mayer, F.; Reactivity, stability, and strength performance capacity in motor sports. *British Journal of Sports Medicine*, 40,2006, p.906.

¹⁷ N J Mansfield, J M Marshall, Symptoms of musculoskeletal disorders in stage rally drivers and co-drivers, *Br J sport Med*. 2001;35: p.314

¹⁸ Videman T, Simonen R, Usenius JP, et al. The long-term effects of rally driving on spinal pathology. *Clin Biomech* 2000;15:86.

Henderson przedstawiła wyniki, z których wynika, że ok. 60 osób ginie rocznie w sporcie motorowym na całym świecie. Liczba może być większa, ponieważ jest małe prawdopodobieństwo, aby zgromadzić wszystkie dane dotyczące zgonów podczas uprawiania sportu samochodowego.¹⁹ Ogólnoświatowy wskaźnik wypadków związanych z urazami rdzenia kręgowego (TSCI) w ogólnej populacji kierowców wskazuje na 23 przypadki na milion, czyli jest to 179 312 przypadków rocznie.²⁰ W Ameryce Północnej wynosi 40 na milion, w Europie Zachodniej 16 na milion, Australii 15 na milion. Należy podkreślić, że występowanie TSCI w sporcie samochodowym jest uważana za niską. Instytut FIA zaangażował się w duży projekt badawczy przyglądając się występowaniu i mechanizmowi urazów kręgosłupa w sporcie motorowym.²¹

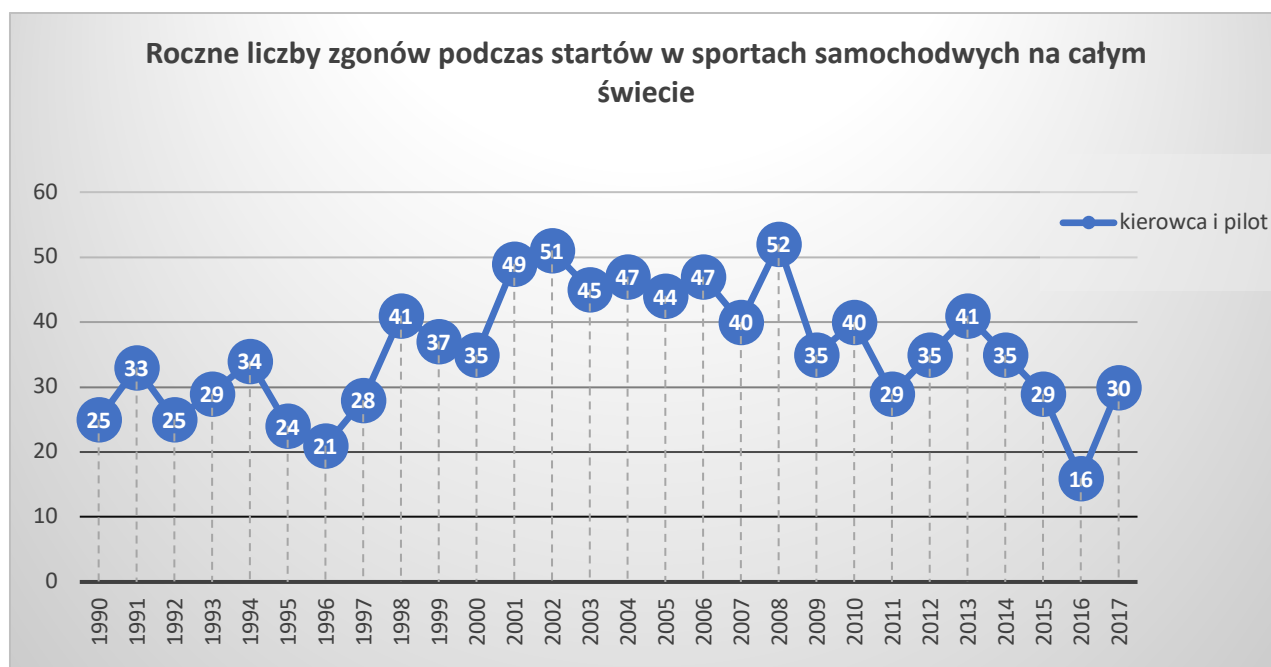
Poniżej zaprezentowano raport z liczby zgonów w przedziale lat 1990-2017, zawodników startujących w sportach samochodowych (ryc.1).²² Ukazane dane informują, że nie tylko kierowcy są narażeni na występowanie urazów lub śmierci, ale także ich piloci ryzykują swoim zdrowiem i życiem.

¹⁹ Henderson M, FIA Institute Seminar Instancul;2012

²⁰ The Global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: update 2011, global incidence rate. Spinal Cord (2014) 52, 10-116

²¹ Trafford P., Henderson M., Trammel T., Spinal Injuries and Motor Sport, FIA, International journal of motor sport medicine; Auto+ Medical

²² <http://www.motorsportmemorial.org/query.php?db=ct&q=year&n=2017>



Ryc.1 Liczba zgonów w sporcie motorowym w latach 1990 – 2017

1.2 Budowa i biomechanika kręgosłupa człowieka

Obecnie zespoły bólowe kręgosłupa są jedną z najczęstszych przyczyn zgłaszania się chorych do lekarza. Według danych z piśmiennictwa, 80 % ludzi w ciągu swojego życia skarży się na bóle kręgosłupa o różnym nasileniu. W Stanach Zjednoczonych 30 mln ludzi choruje na bóle lędźwiowe a koszty tego leczenia sięgają 8 mld dolarów.²³

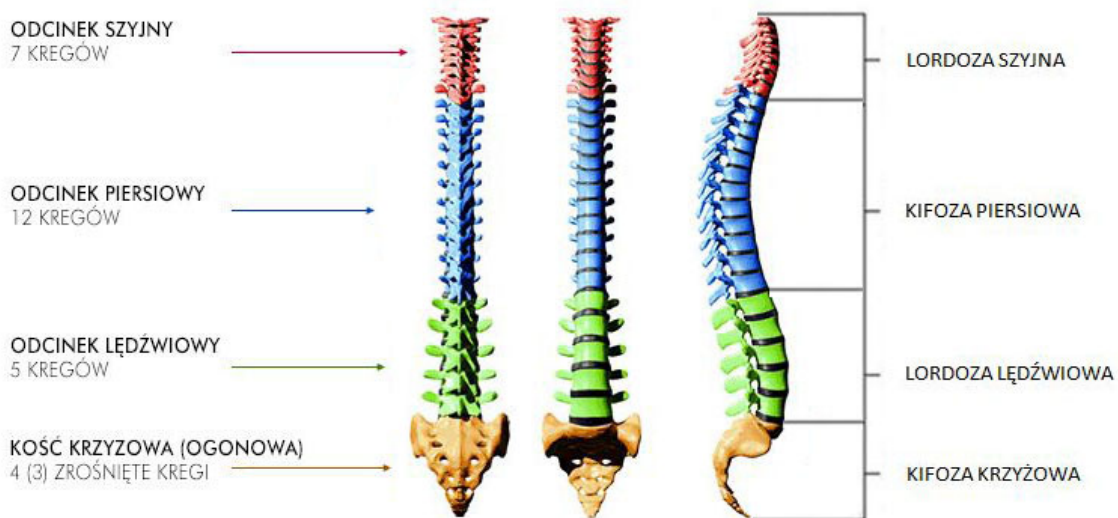
Istotnym problemem zdrowotnym w grupie kierowców są m.in. dolegliwości układu ruchu, wśród których dominują zespoły bólowe kręgosłupa. Spowodowane są one częściowo wymuszoną pozycją ciała podczas siedzenia za kierownicą oraz niedostosowanie ergonomiczne stanowiska pracy do wykonywania czynności zawodowych. Stanowi to czynnik ryzyka bólów odcinka lędźwiowo – krzyżowego i szyjnego kręgosłupa. Według badań wskazuje się, że przyczyną tych dolegliwości są działania wibracji ogólnej na organizm oraz długotrwałe przebywanie w pozycji siedzącej.²⁴

Długość kręgosłupa człowieka mierzona wzdłuż krzywizn równa jest około 70-75 cm, czyli jest to w przybliżeniu 40-45 % długości ciała. Kręgosłup człowieka spełnia trzy główne zadania. Jest narządem podpory ciała, a także narządem ruchów biernych. Dzięki złożonej strukturze, powiązanych ze sobą kręgów (3/4 wysokości), połączonych więzami i mięśniami,

²³ Robertson J.T.: The rape of the spine. Surg Neurol. 1993, 39,5-12

²⁴ Bovenzi M., Zadini A.: Self – reported low back symptoms in urban bus drivers exposed to whole body vibration. Spine 1992; p.1048-1059

pozwała nam to na obrót, zgięcie i wyprostowanie, zapewniając ochronę samego rdzenia kręgowego – co jest trzecim głównym zadaniem kręgosłupa. Kręgi są połączone w kolumnie, z miednicą u dołu i czaszką u góry. W związku z pionizacją ciała, kręgi które są niżej położone dźwigają większy ciężar i dlatego ich masywność w kierunku dolnym wzrasta. Siła nośna kręgosłupa wynosi 350 kg. Kręgosłup oglądany z boku składa się z krzywizn. Wygięcia fizjologiczne związane są z pionową postawą i lokomocją dwunożną człowieka. Kręgosłup jest zdolny do pochłaniania energii i wytrzymywania ogromnych sił, a dyski międzykręgowe działają jako „amortyzatory”.²⁵



Ryc.2 Anatomia kręgosłupa w różnych płaszczyznach (za: Marecki, 2004)²⁶

Kręgosłup ze względu na pełnione zadania w organizmie ludzkim wymaga właściwej eksploatacji w okresie całego życia. Od momentu poczęcia poddawany jest wpływowi czynników zarówno natury fizjologicznej, jak i wynikających bezpośrednio z trybu życia matki, jej relacji z otaczającym środowiskiem.²⁷

Z biomechanicznego punktu widzenia kręgosłup rozpatrywany jest jako struktura przekładkowa, położona pośrodkowo po stronie grzbietowej ciała, łącząca czaszkę z dolnym końcem tułowia i tworząc razem z żebrami i mostkiem osiowym szkielet organizmu.²⁸

Ze względu na swoją funkcję podporową, kręgosłup narażony jest na obciążenia statyczne, a także kinetyczne. Przejawem dostosowania się kręgosłupa do funkcji podpory jest

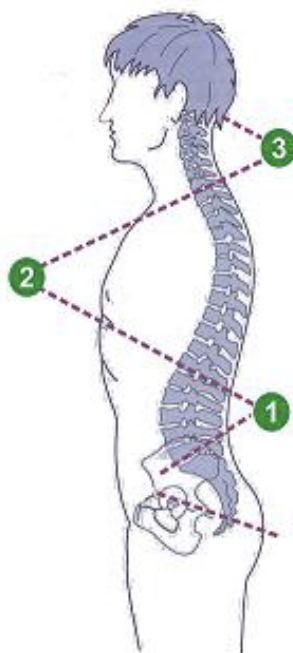
²⁵ Bogusław Marecki, Anatomia Funkcjonalna, Wydanie czwarte zmienione i poszerzone, Poznań 2004

²⁶ https://3.bp.blogspot.com/-EsibSQp6WY/WKxq0oSreki/AAAAAAAAA00Q/mAsUziXKoOUBvT1y7n6PvCBk1VinSoQqACLcB/s1600/kregoslup_opis.jpg

²⁷ Gzik M; Biomechanika kręgosłupa człowieka, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007, s. 196.

²⁸ Gzik M; Biomechanika kręgosłupa człowieka, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007, s. 198.

wzrastająca w kierunku doogonowym masywność budowy poszczególnych jej kręgów.²⁹ Duża wytrzymałość na obciążenia gwarantuje budowa kręgosłupa w płaszczyźnie poprzecznej, która daje kombinację dwóch figur geometrycznych, walec utworzony przez trzony kręgów oraz trójramienna belka w kształcie litery T w obrębie elementów łuków kręgów. Fizjologiczne krzywizny strzałkowe kręgosłupa, zwiększają jego odporność na naciski osiowe.³⁰



Ryc. 3 Fizjologiczne krzywizny kręgosłupa (1 - lordoza lędźwiowa, 2 - kifoza piersiowa, 3 - lordoza szyjna)³¹

Siła jest funkcją masy i przyspieszenia, które może spowodować obrażenia. Ludzka tolerancja na uraz kręgosłupa wynosi $60 \text{ g} \leq 3 \text{ ms}$, dlatego też przyspieszenie/ opóźnienie o 60 g większe niż 3 ms może spowodować obrażenia.³² Oszacowano, że kręgosłup w napięciu może wytrzymać tylko $\leq 3 \text{ 860}$ niutonów, a podczas kompresji $\leq 7 \text{ 140}$ niutonów.^{33 34} Od 2 000 do 6 000 tysięcy niutonów siły potrzebne jest do załamania odcinka szyjnego kręgosłupa. Obszar lędźwiowy może wytrzymać większą kompresję niż obszar klatki piersiowej.³⁵

²⁹ Nordin i Weiner; Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System, Lippincott Williams&Wilkins,2001

³⁰ J. Stodolny; Choroba przeciążeniowa kręgosłupa, Kielce, 1999

³¹ I.A.Kapandji; The Physiology of the joints. The spinal Column, Pelvic Girdle and Head, vol. 3, 2001

³² Malevin JW., Nahum AM. Accidental Injury; biomechanics and prevention, Springer New York 2002

³³ Yoganandon N, Pintar F, Sances A, et al. Biomechanical Investigation of the Human Thoracolumbar Spine. SAE Publications.

³⁴ Weerappuli DPV, Chiu E, Barbat S., Prasad P., CART impact data analysis usin mathematical modeling. ASME international mechanical engineering congress and exposition, 2002

³⁵ Yoganandan N, Pintar F., Sances A, et al. Biomechanical Investigation of the Human Thoracolumbar Spine, SAE. Publications.

Wytrzymałość całego kręgosłupa zależna jest od właściwości wiskoelastycznych, a powtarzające i sumujące się obciążenia powodują zmniejszenie ich wytrzymałości, co może prowadzić nawet do złamania zmęczeniowego. Można uściślić, że wytrzymałość trzonów kręgów poddanych 10 cyklom obciążeń zmniejsza się o 30%. Po 5000-krotnym powtórzeniu obciążenia wytrzymałość obniża się do 50% wartości pierwotnej.³⁶

Istota choroby przeciążeniowej kręgosłupa polega na stopniowym oraz wieloetapowym zużywaniu się elementów kręgosłupa na skutek oddziaływań przeciążeń, które przewyższają ich wytrzymałość w warunkach obniżonych zdolności adaptacyjnych.³⁷ Powoduje to ból, zwiększone napięcie mięśniowe i wtórne zaburzenia równowagi napięcia mięśniowych.

Nieprawidłowe obciążenie międzywyrostkowych stawów kręgosłupa, spowodowane asymetrią napięć mięśniowych, urazowe przeciążenia stawów kręgosłupa, przeciążenia spowodowane pracą zawodową prowadzą do zablokowania czynnościowych stawów kręgosłupa.³⁸

Przewlekłe stany wywołują takie objawy jak:

- zmiany zwyrodnieniowe i przeciążenia krążka międzykręgowego w danym segmencie,
- zaburzenia odżywcze i w ich następstwie zmiany zwyrodnieniowe w zablokowanym stawie,
- wyrównawczą nadmierną ruchomość sąsiadujących segmentów,
- zaburzenia ruchomości całego odcinka kręgosłupa z przykurczami i bolesnymi napięciami mięśnie przykręgosłupowych,
- odruchowe dolegliwości w tym: bóle głowy, zaburzenia równowagi, zaburzenia słuchu i wzroku – szum w uszach, osłabienia słuchu i ostrość widzenia.³⁹

Obciążenia, jakim podlega kręgosłup podczas jazdy są szczególnie ważne. Kręgosłup wraz z gorsetem mięśniowym pełni rolę stabilizatora, umożliwiając kończynom górnym i dolnym swobodne poruszanie. Nieznajomość prawidłowej, fizjologicznej budowy i mechaniki kręgosłupa sprzyja powstawaniu przeciążeń, co w konsekwencji powoduje bóle dolnego odcinka kręgosłupa oraz dolegliwości szyjno-głowowe.

³⁶ Adams, M.A., Bogduk N., Burton K., Dolan P; Biomechanika bólu kręgosłupa, DB Publishing, Warszawa, 2010, s.110-111

³⁷ Winter D.; Human balance and posture control during standing and walking. Gait and Posture 1995; s.193-214

³⁸ Stodolny J.: Zespoły anatomiczne – czynnościowe kręgosłupa, ich funkcja i znaczenie w mechanizmach powstawania i w profilaktyce przeciążeń. Medycyna sportowa 2000; s.12-16

³⁹ Arkuszewski Z.: Zawroty głowy i oczopląs pochodzenia kręgosłupowego. Postępy rehabilitacji 1997; s.23-28

1.3 Charakterystyka przyjmowanych pozycji za kierownicą w motorsporcie

Zawodnik w sporcie samochodowym siedzi w specjalnie zaprojektowanym fotelu kubełkowym, często skonstruowanym tylko dla niego (w sytuacji współdzielenia samochodu wyścigowego, każdy zawodnik posiada własny odlew kształtu siedzenia, który montuje się w uniwersalnym fotelu w kokpicie). Pięciopunktowe pasy w mocnym ścisiku trzymają zawodnika w siedzeniu. Ciężko jest zdefiniować pozycję za kierownicą zawodnika. Dzieje się tak dlatego, że nie ma stałego kąta ustawienia fotela ani akceptowanego sposobu pomiaru. Jest to bardzo istotna informacja, ponieważ naturalne skrzywienie kręgosłupa przyczynia się do jego stabilności. W tej sytuacji ustawienie fotela w samochodzie wyścigowym czy rajdowym może stanowić istotny czynnik dyktujący poziom uszkodzenia kręgosłupa.⁴⁰

W samochodzie wyścigowym kąt ustawienia siedzenia wynosi 40° , a nogi i stopy ustawione są wysoko. (ryc. 4)



Ryc. 4 Ustawienie siedzenia w F1

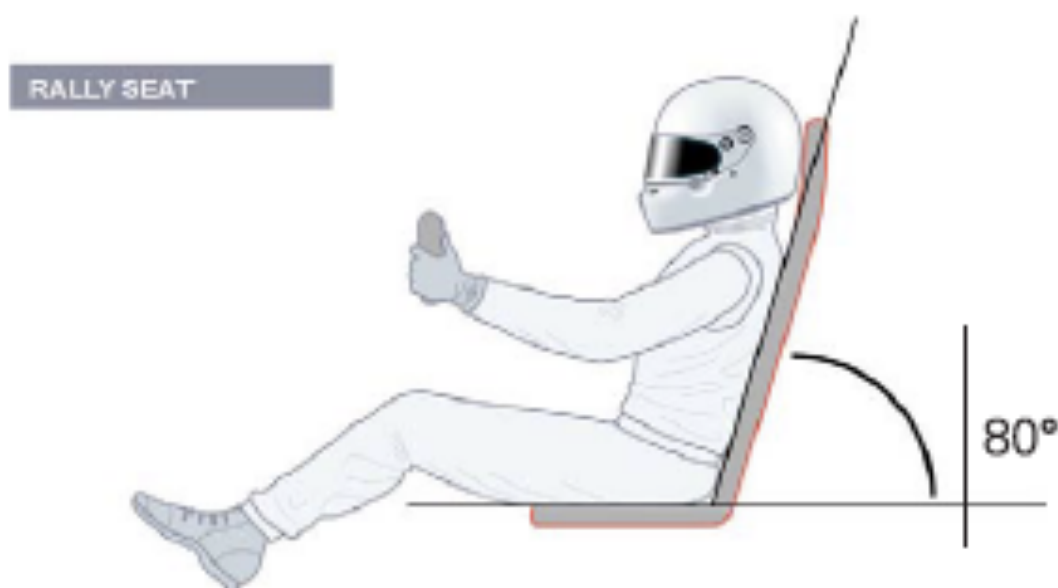
W samochodach wyścigowych stosowanych w zawodach European Le Mans Series (LMP) kąt pochylenia wynosi 50° , nogi i stopy są mniej wychylone do góry. (ryc. 5)

⁴⁰ FIA Institute Internal Documents



Ryc. 5 Ustawienie siedzenia w LMP

Prawie pionowa pozycja występuje w samochodach rajdowych. Kat pochylenia fotela to jedynie 80 °. (ryc.6)



Ryc. 6 Ustawienie siedzenia w samochodzie rajdowym

We wszystkich przypadkach konstrukcja pojazdu dyktuje sposób usytuowania kierowcy w fotelu, gdzie ułożenie kręgosłupa jest często poza jego naturalnym ustawieniem. Instytut FIA opublikował przewodnik dla kierowców, który ma na celu uświadomić młodym zawodnikom ich „środowisko wyścigowe”.⁴¹

Naturalne skrzywienie kręgosłupa, ulega deterioracji w momencie przyjmowania nienaturalnych pozycji siedzących, z częstą sztuczną kifożą wprowadzoną w każdym obszarze,

⁴¹ www.fiainstitute.com/publications/Documents/drivers-guide.pdf

z odwróceniem normalnej lordozy szyjnej i lędźwiowej w kifozę oraz akcentowaniem kifozy piersiowej. Powoduje to skupienie się na punkt maksymalnej krzywizny, gdzie każde dowolne obciążenie ma zastosowanie. Jest to czynnik narzucający poziom uszkodzenia kręgosłupa. W związku z tym kierowcy i ich piloci powinni być uświadamiani ze znaczenia prawidłowej pozycji za kierownicą.⁴²

Młodzi kierowcy potrafią wytrzymać większe przeciążenia i przyspieszenia. Jednym z najczęstszych przyczyn uszkodzenia kręgosłupa u zawodnika sportów samochodowych jest złamanie kompresyjne kręgosłupa, co wiąże się z długą i bolesną rekonwalescencją. Najczęściej mogą one wystąpić podczas rajdów, co związane jest z bardziej pionową pozycją siedzącą w samochodzie. Wynika to bezpośrednio z powstałego obciążenia osiowego kręgosłupa.⁴³ W pozostałych modelach samochodów wyścigowych i rajdowych, gdzie przyjmowana pozycja jest bardziej rozłożona, prawdopodobieństwo wystąpienia złamań kręgosłupa, stwierdzono w odcinku śródpiersiowym. Mechanizm tych urazów szeroko badano w Indy Car, gdzie uderzenia tylne są częstsze.^{44 45}

Z informacji zamieszczonych w raporcie WHO, z 1994 roku, wynika, że ryzyko złamania kręgow u kobiet w wieku 50 lat wynosi 15,6%, a u mężczyzn w wieku 50 lat 5%. Coraz częściej w sportach samochodowych zaangażowane są kobiety i osoby starsze, dlatego też autorzy alarmują, że powinno zwrócić się uwagę na obszar dotyczący osteoporozy.⁴⁶

⁴² Trafford P., Henderson M., Trammel T., Spinal Injuries and Motor Sport, FIA, International journal of motor sport medicine Auto+ Medical

⁴³ International journal of motor sport medicine

⁴⁴ Weerappuli DPV, Chiu E, Barbat S, Prasad P. CART impact data analysis using mathematical modelling. ASME international mechanical engineering congress and exposition

⁴⁵ Terry R Trammell, Christopher S. Weaver, Henry Bock. Spine Fractures in Open Wheel Race Car Drivers. SAE Publications.

⁴⁶ L. Joseph Melton II, Elizabeth A. Chrischilles, Cyrus Cooper, Ann W. Lane, B. Lawrence Riggs, How many women have Osteoporosis?, Journal of bone and mineral research, volume 7, nr9, 1992

2. CEL PRACY I HIPOTEZY BADAWCZE

Jak pokazał przegląd piśmiennictwa jednym z kluczowych elementów mających wpływ na właściwą pozycję kierowcy w samochodzie jest siła i stabilizacja odcinka szyjnego kręgosłupa. Również doświadczenia własne wskazały, że najczęstszym powodem dyskomfortu oraz bólu u zawodników jest nadmierne napięcie mięśni w rejonie tego odcinka.

W piśmiennictwie nie spotkano badań dotyczących parametrów biomechanicznych i wiskoelastycznych mięśni zawodników uprawiających sporty motorowe zarówno podczas startów w zawodach jak i podczas sesji treningowych. Wiadomo, iż zmiana tych parametrów może być przyczyną zaburzeń funkcjonalnych i pojawienia się dolegliwości bólowych w odcinku szyjnych. Dlatego w niniejszej pracy podjęto próbę oceny tego problemu.

Celem niniejszych badań jest:

Zbadanie wpływu zadanego obciążenia treningowego na zmiany w parametrach funkcjonalnych mięśni karku.

Cele szczegółowe:

1. Określenie zmian parametrów biomechanicznych i wiskoelastycznych odcinka szyjnego kręgosłupa u zawodników reprezentujących sporty samochodowe przed i po sesji treningowej oraz podczas wybranych startów.
2. Określenie zmian parametrów biomechanicznych i wiskoelastycznych odcinka szyjnego kręgosłupa u kierowców zawodowych przed i po sesji treningowej oraz podczas wybranych startów.
3. Przygotowanie propozycji programu prewencyjno-korekcyjnego w oparciu o ustalone przypadki dysfunkcji oraz na podstawie charakterystyki obciążenia treningowo – startowego.

W pracy sformułowano następujące pytania badawcze:

1. Czy początkowe parametry biomechaniczne i wiskoelastyczne mięśni karku różnią się u kierowców zawodowych i kierowców uprawiających sport samochodowy?

2. Czy wiek oraz staż zawodniczy wpływa na parametry biomechaniczne i wiskoelastyczne mięśni odcinka szyjnego kręgosłupa?

W pracy sformułowano następujące hipotezy badawcze (H):

H1: Przeciążenia występujące podczas jazdy sportowej będą miały wpływ na wyższą sztywność mięśni odcinka szyjnego kręgosłupa.

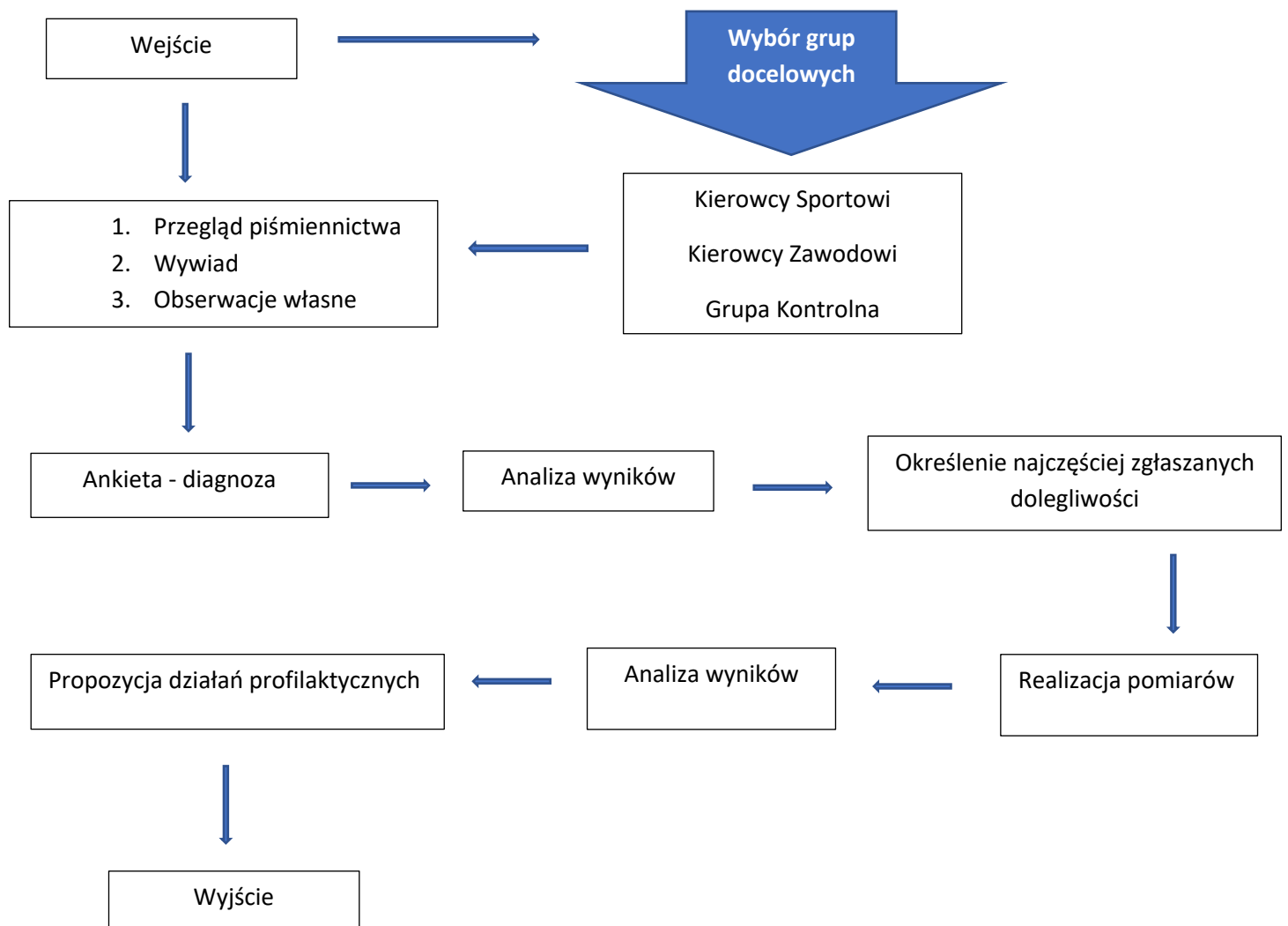
H2: Zadane obciążenie zwiększy wartość elastyczności i sztywności mięśnia obojczykowo mostkowo sutkowego i mięśnia płatowatego głowy u kierowców sportowych przed i po treningu.

H3: Mięśnie kierowców zawodowych przyzwyczajone do regularnego obciążenia będą wykazywały się mniejszym zakresem zmian pomiędzy parametrami przed i po zadanym obciążeniu.

H4: Wartość parametrów biomechanicznych i wiskoelastycznych mięśni karku będzie w sposób istotny różnić się między badanymi grupami zarówno przed jak i po treningu.

Koncepcja badań:

Dla uzyskania powyższych celów zakłada się:



3. MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

3.1 Materiał

Materiał badawczy stanowiło 14 mężczyzn uprawiający sport samochodowy w wieku od 26 do 44 lat (średni wiek wynosił 32,5 lat) a także 8 kierowców zawodowych w wieku od 21 do 54 lat (średni wiek wynosił 33,5 lat). Grupy badane nie różniły się w sposób istotny pod względem wieku, masy ciała, wysokości ciała oraz BMI. Tabele poniżej (tab.1 i tab.2) prezentują przekroje statystyk opisowych podstawowych cech somatycznych badanych.

Tab. 1 Analiza statystyczna podstawowych cech somatycznych badanych kierowców sportowych (N=14)

PARAMETR	WIEK [lata]	MASA CIAŁA [kg]	WYSOKOŚĆ CIAŁA [cm]	BMI [kg/m ²]
ŚREDNIA	32,5	87,2	180	26,4
SD	4,5	12,2	0,0	4,0
MINIMUM	26	74	176	21,4
MAKSIMUM	44	117	193	36,5

Tab. 2 Analiza statystyczna podstawowych cech somatycznych badanych kierowców zawodowych(N=8)

PARAMETR	WIEK [lata]	MASA CIAŁA [kg]	WYSOKOŚĆ CIAŁA [cm]	BMI [kg/m ²]
ŚREDNIA	33,5	83	177,8	26,2
SD	12	20	9,4	5,8
MINIMUM	21	60	167	17,5
MAKSIMUM	54	115	193	36,7

Kryterium wyłączenia z badań stanowiły dolegliwości bólowe kręgosłupa wynikające ze: zmiany zapalne (zesztywniające zapalenie stawów kręgosłupa, reumatoidalne zapalenie stawów), urazy kręgosłupa (podwichnięcia w stawach międzykręgowych, złamania kompresyjne trzonów kręgów, złamania wyrostków poprzecznych kręgów), wrodzone i nabyte zaburzenia statyki kręgosłupa (skoliozy). Wyłączono także chorych, którzy przeszli leczenie chirurgiczne kręgosłupa.

3.2 Metody

Badania zostały przeprowadzone w oparciu o metodę pomiaru sztywności, napięcia i elastyczności mięśni karku przy użyciu myotonometru.

U uczestników badań wykonany został pomiar za pomocą urządzenia MyotonPro® (Myoton AS, Tallinn, Estonia). Myotonometria jest badaniem nieinwazyjnym, wykorzystującym bardzo delikatny impuls mechaniczny (0,4N), przykładany do skóry, który pozwala określić stopień odkształcenia powierzchniowych tkanek, wykrywa naturalne tłumienie oscylacji tkanek miękkich, jak również częstotliwość drgań elementu pomiarowego w urządzeniu – i na tej podstawie określa takie parametry jak sztywność, stan napięcia czy elastyczność (sprężystość) tkanki. Badanie zostało przeprowadzone na mięśniach czworobocznym i mostkowo-sutkowo-obojętkowym oraz mięśniach podpotylicznych po obu stronach ciała, dwukrotnie w pozycji siedzącej, a średnie wartości zostały przeanalizowane. W każdym pomiarze, wykorzystana zostanie sekwencja 10 krótkich (15ms) następujących po sobie impulsów o częstotliwości (1Hz) i sile nacisku ok. (0,4 N).

Sztywność mięśni [N / m] wyrażona jako oporność tkanki na zewnętrzny impuls mechaniczny i napięcie mięśnia [Hz} definiowana jako maksymalna częstotliwość napięcia tkanek miękkich. Im wyższa wartość zmierzona, tym większa sztywność i napięcie badanych mięśni.

Elastyczność, definiowana jako zdolność mięśni do przywrócenia jej powierzchniowy kształt i rozproszenia energii mechanicznej po odkształceniu. Elastyczność wyrażana wartością siły potrzebnej do dwukrotnego rozciągnięcia mięśnia.⁴⁷ Im niższy wartość zmniejszenia logarytmicznego, tym mniejsza wartość mechaniczna rozpraszanie energii i większa elastyczność mięśni.

⁴⁷ Oatis C.A. Kinesiology. The mechanics and patomechanics of human movement. Lippincott Williams&Wilkins, 2004

3.3 Organizacja i przebieg badań pilotażowych

Przed rozpoczęciem pomiarów uczestnicy badań zostali poinformowani o celu i metodzie jaka zostanie zastosowana. Wszyscy badani dobrowolnie wyrazili chęć uczestnictwa w badaniach.

Do badań pilotażowych wybrano w oparciu o obserwację obciążenia treningowo-startowego, ich dostępność pomiarową oraz po konsultacjach ze specjalistami wykonującymi omawiane pomiary (Anatomami i Rehabilitantami) postanowiono zrealizować pomiar napięć, sztywność oraz elastyczność na mięśniu czworobocznym, mostkowo sutkowym obojczykowym oraz płatowatym głowy.

Sesja jazdy w warunkach specjalnych odbyła się przy wykorzystaniu symulatora szkoleniowego pojazdów ciężarowych i autobusów AS1600 spełniającym wymagania dla „symulatorów wysokiej klasy” zgodnie z rozumieniem tej definicji w dyrektywie EU o obowiązkowych szkoleniach zawodowych kierowców pojazdów ciężarowych i autobusów (2003/59/EC). Jest on zbudowany w oparciu o oryginalną kabinę samochodu ciężarowego marki Volvo umieszczoną na platformie z systemem ruchu o 6-ciu stopniach swobody wyposażonej w siłowniki (odwzorowujące przeciążenia podczas jazdy autobusem lub samochodem ciężarowym) oraz system ekranów zapewniających naturalne odwzorowanie sytuacji drogowych. Sesja trwała 1 godzinę. Pomiar napięć poszczególnych mięśni został wykonany dwukrotnie przed rozpoczęciem sesji treningowej i jazdy w symulatorze oraz dwukrotnie po ukończeniu sesji treningowej i jazdy w symulatorze.

Trening samochodowy kierowców sportowych trwał 1 godzinę, odbył się on w ośrodku szkoleniowym Sobiesław Zasada Centrum w Bednarach.

Procedura pomiarowa polegała na dociśnięciu urządzenia do skóry, z siłą 0,18 N i natychmiastowym podaniu impulsu 0,4 N przez czas 15 ms. Oscylacja powierzchni skóry indukowana przez MyotonPRO została zmierzona w celu zweryfikowania wartości mechanicznej zmienności.

Pomiary mięśni wykonano u osób w pozycji siedzącej. Osoby badane oparły ramiona na podłokietniku podczas pomiaru. Pomiary mięśnia płatowatego głowy wykonano poniżej wyrostka sutkowego kości skroniowej i poniżej kresy karkowej górnej na płaszczyźnie karkowej. Pomiar mięśnia czworobocznego wykonano w połowie drogi od akromii do kolczastego wyrostka C7. Pomiar mięśnia mostkowo obojczykowo sutkowego wykonano mniej więcej w połowie długości mięśnia mostkowo obojczykowo sutkowego, gdzie głowa obojczykowa łączy się z głową mostkową.

Każdy badany otrzymał również ankietę, która składała się z trzech części o łącznej liczbie pytań 20 (załącznik).

3.3 Badania podmiotowe

Zmierzono wybrane cechy somatycznych badanych takie jak: masa ciała i wysokość. Obliczając iloraz masy ciała w kilogramach i kwadrat wysokości w metrach [kg/m^2] określony indywidualny wskaźnik masy ciała (BMI – Body Mass Index).⁴⁸ Uwzględniono również rodzaj aktualnie wykonywanej pracy przez badanego, zapytano o stopień, w jakim dolegliwości bólowe części szyjnej kręgosłupa wpływają na zdolność wykonywania codziennych czynności. Zapytano także o najintensywniejsze odczucie bólu dokuczającego podczas treningu samochodowego we wszystkich obszarach ciała. Do tego celu posłużono się skalą VAS, w której badany określa swój ból w skali od 0 do 10, gdzie „10” oznacza brak bólu, „1” ból najsłabszy, wynik w zakresie 2-3 ból słaby, 3-6 ból o średnim natężeniu, 6-9 ból silny a „10” – ból nie do zniesienia.⁴⁹ Ponadto w kwestionariuszu zawarto pytanie dotyczące stresu przed treningiem częstości uczęszczania na treningi w ciągu miesiąca, ilość spędzanych godzin za kierownicą w ciągu dnia oraz miesiąca.

⁴⁸ Bener A, Alwash R., Gaber T i wsp.; Obesity and low back pain. Coll. Antropol., 27, 2003, p. 95-104

⁴⁹ Rąpała A., Rąpała K., Lachowicz W., Metody badań i skale ocen leczenia choroby dyskowej kręgosłupa ze szczególnym uwzględnieniem skali Oswestry. Ortop. Traumatol. Rehabil., 2004, s. 149

4. WSTĘPNE WYNIKI BADAŃ PILOTAŻOWYCH

Poniżej przedstawione zostaną wybrane wyniki badań pilotażowych stanowiących punkt wyjścia do dyskusji przed realizacją badań właściwych, które zostaną poszerzone o większą grupę badanych co będzie dawało możliwość realizacji założonych celów przyszłej dysertacji doktorskiej. Uzyskane na tym etapie wyniki po ostatecznym opracowaniu zostaną wykorzystane do przygotowania publikacji.

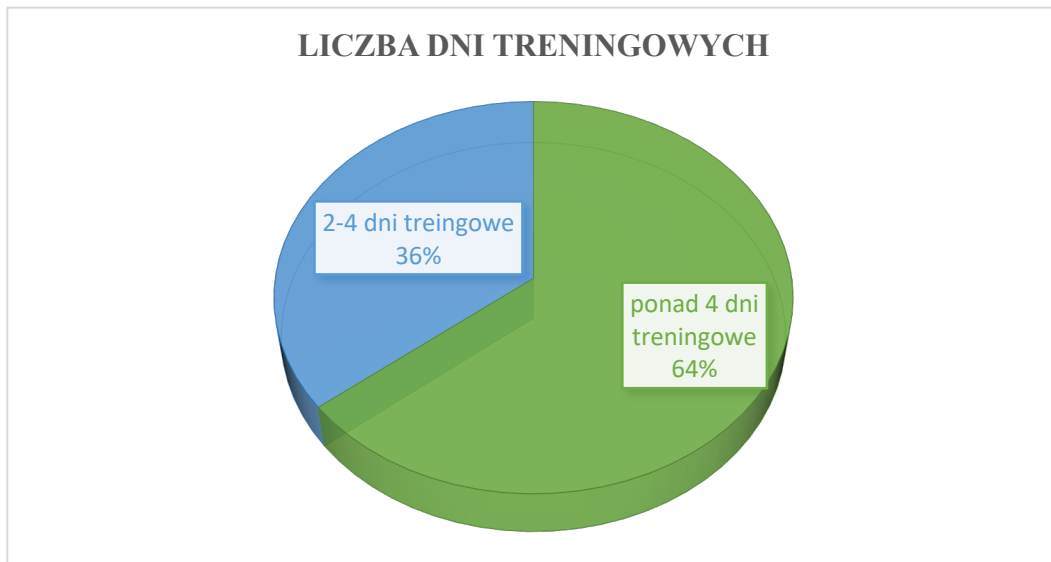
4.1 Analiza sondażu diagnostycznego – kierowcy sportowi

Badanie podmiotowe zawierało m.in. takie elementy jak: zebranie informacji o charakterze wykonywanej pracy, o stopniu w jakim dolegliwości bólowe części szyjnej kręgosłupa wpływają na zdolność wykonywania codziennych czynności, doznanie bólu dokuczającego podczas treningu samochodowego, ocenie stresu przed treningiem. Ankietowani kierowcy sportowi najczęściej klasyfikowali charakter swojej pracy zawodowej jako „praca siedząco – stojąca” (N=10, 71 %). Drugą co do liczebności grupą byli badani wykonujący pracę o charakterze „siedzącym” (N=4;29 %). (ryc. 7)



Ryc.7 Profil badanych pod względem charakteru wykonywanej pracy

Analizowany czas poświęcony w ciągu miesiąca na treningi samochodowe pokazał, że najliczniejszą grupę stanowili badani, których liczba dni w miesiącu wynosiła ponad 4 (N= 9; 64 %), najmniej liczną - w zakresie ok.2-4 dni w miesiącu (N=5; 36%).

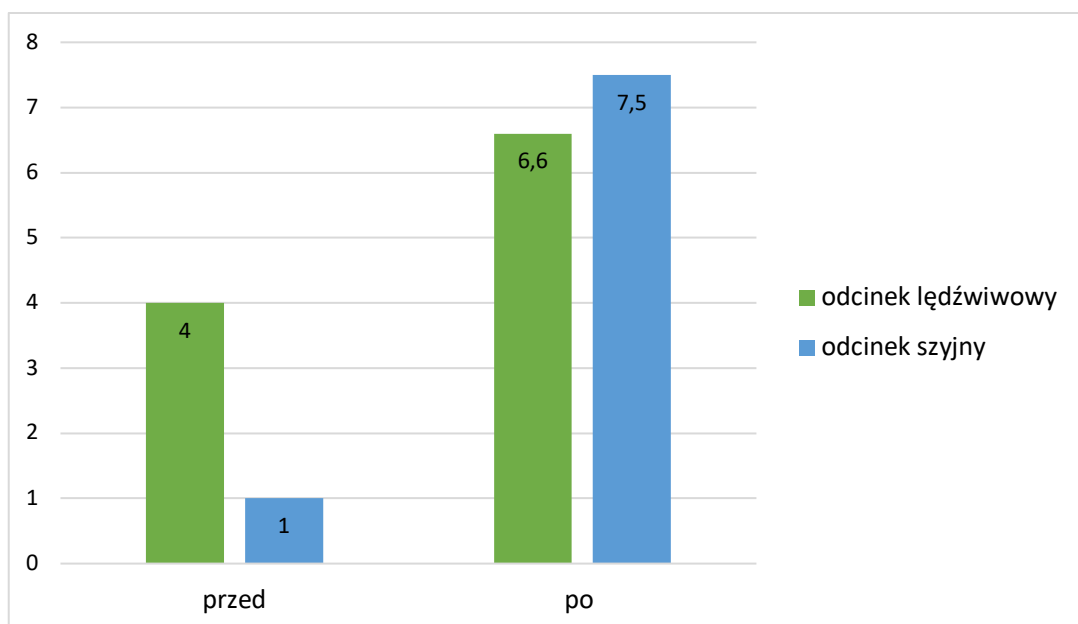


Ryc. 8 Liczba dni spędzonych na treningach w ciągu miesiąca

4.2 Analiza wyników uzyskanych w skali VAS – kierowcy sportowi

Podczas pierwszego badania uczestnicy uzyskali w skali VAS (w zakresie odczuwania bólu kręgosłupa lędźwiowego) średnią wartość punktową 4 (zakres 2-6), co było kwalifikowane jako „ból o średnim nasileniu”. Natomiast po godzinnym treningu średnia wartość punktowa dolegliwości bólowych w kręgosłupie lędźwiowym wzrosła do wartości 6,6 (zakres 5-10), przy czym ból w dalszym ciągu kwalifikowany jest jako „ból o średnim natężeniu”.

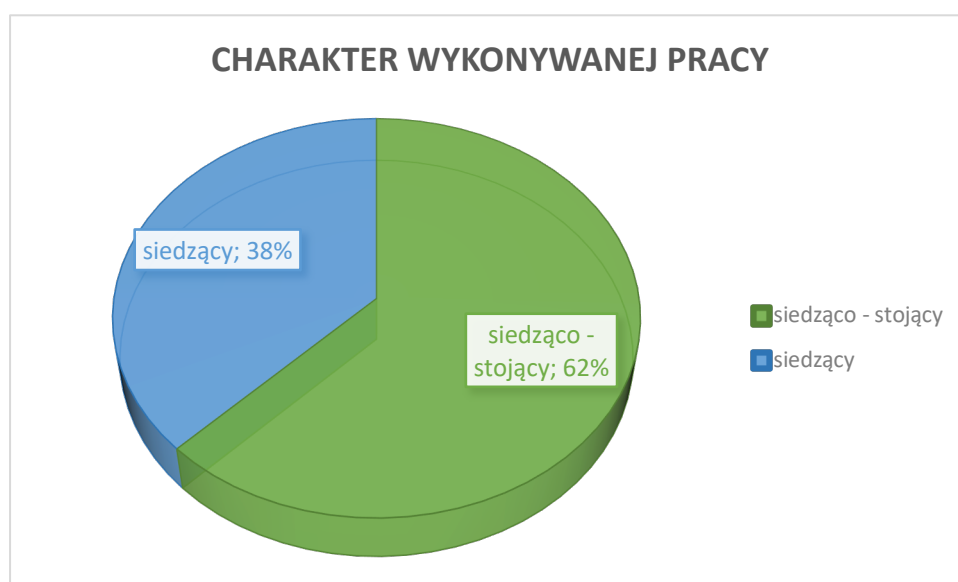
W zakresie odczuwania bólu odcinka szyjnego kręgosłupa średnia wartość punktowa mierzona przed treningiem wynosiła 1 (zakres 1) i kwalifikowana jest jako „ból o słabym natężeniu”. Przy drugim pomiarze wykonanym po godzinnym treningu średnia wartość wynosiła 7,5 (zakres 5-9) i kwalifikowana jest jako „ból o średnim natężeniu”.



Ryc. 9 Graficzne zestawienie wyników uzyskanych przez kierowców sportowych w skali VAS

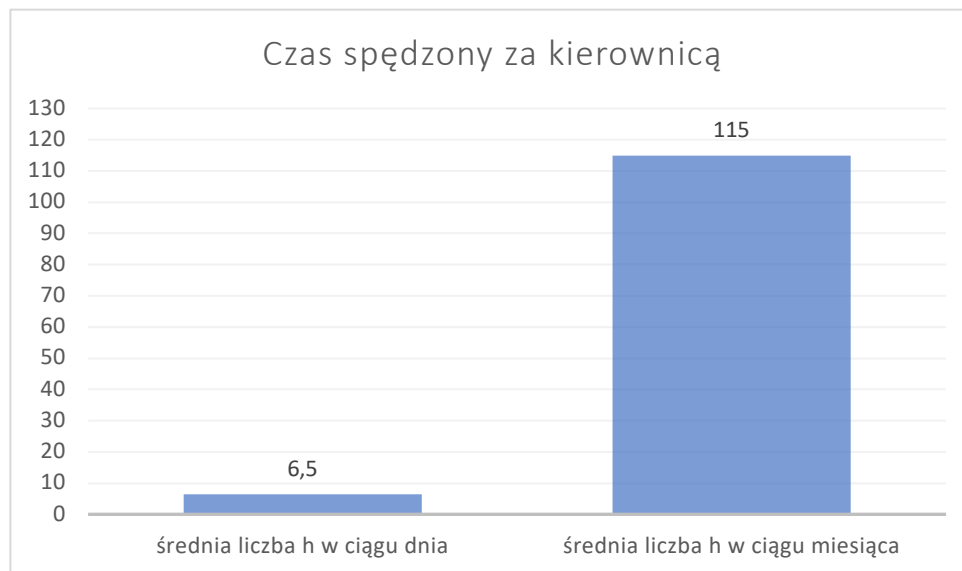
4.3 Analiza sondażu diagnostycznego – kierowcy zawodowi

Ankietowani kierowcy zawodowi najczęściej klasyfikowali charakter swojej pracy zawodowej jako „praca siedząco – stojąca” (N=5, 62 %). Drugą co do liczebności grupą byli badani wykonujący pracę o charakterze „siedzącym” (N=3; 38 %). (ryc. 10)



Ryc. 10 Profil badanych pod względem charakteru wykonywanej pracy

Analizowano także czas poświęcony w ciągu dnia na prowadzenie pojazdu oraz w ciągu miesiąca. Średnia wartość liczby godzin w ciągu dnia wynosiła 6,5h (N=8), a w ciągu miesiąca wynosiła 115h (N=8).

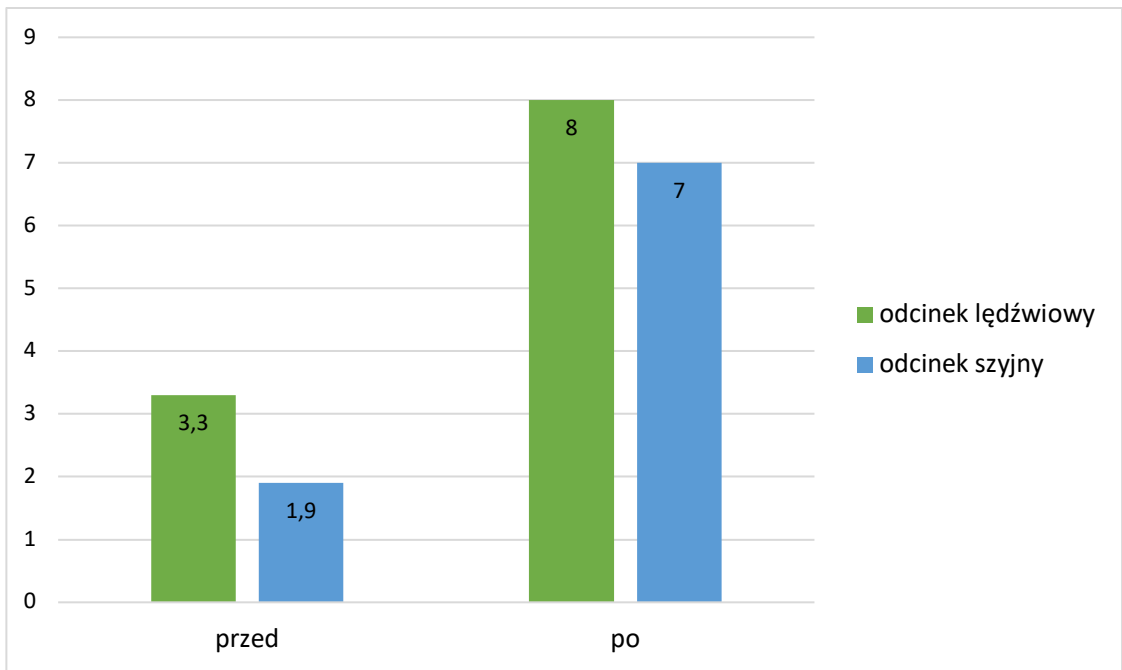


Ryc.11 Liczba godzin spędzonych za kierownicą w ciągu dnia oraz w ciągu miesiąca

4.4 Analiza wyników uzyskanych w skali VAS – kierowcy zawodowi

Podczas pierwszego badania uczestnicy uzyskali w skali VAS (w zakresie odczuwania bólu kręgosłupa lędźwiowego) średnią wartość punktową 3,3 (zakres 2-5), co było kwalifikowane jako „ból o niskim nasileniu”. Natomiast po zadanym obciążeniu treningowym średnia wartość punktowa dolegliwości bólowych w kręgosłupie lędźwiowym wzrosła do wartości 8 (zakres 7-9), przy czym ból kwalifikowany jest jako „ból o wysokim natężeniu”.

W zakresie odczuwania bólu odcinka szyjnego kręgosłupa średnia wartość punktowa mierzona przed treningiem wynosiła 1,9 (zakres 1-4) i kwalifikowana jest jako „ból o niskim natężeniu”. Przy drugim pomiarze wykonanym po zadanym obciążeniu treningowym średnia wartość wynosiła 7 (zakres 6-8) i kwalifikowana jest jako „ból o średnim natężeniu”. (ryc.12)



Ryc.12 Graficzne zestawienie wyników uzyskanych przez kierowców zawodowych w skali VAS

4.5 Charakterystyka zmian parametrów biomechanicznych mięśni odcinka szyjnego

Poniżej przedstawiono zmiany parametrów biomechanicznych odcinka szyjnego kręgosłupa.

Tab.3 Średnia wartość parametrów biomechanicznych obu grup badawczych.

	KIEROWCY SPORTOWI		KIEROWCY ZAWODOWI	
	<i>Przed treningiem</i>	<i>Po godzinnyim treningu</i>	<i>Przed rozpoczęciem sesji</i>	<i>Po godzinnej sesji</i>
M. Płatowaty głowy				
Napięcie [Hz]	18,7	19,6	19,4	18,9
Sztywność [N/m]	387,5	425,5	411,8	409,8
Elastyczność [log DEC]	1,6	1,6	1,5	1,5
M. Czworoboczny				
Napięcie [Hz]	18,1	17,9	17,8	17,8
Sztywność [N/m]	323,0	323,6	316,5	312,5
Elastyczność [log DEC]	1,1	1,0	1,1	1,2
M. Obojczykowo mostkowo sutkowy				
Napięcie [Hz]	14,2	15,2	17,8	17,9
Sztywność [N/m]	207,3	258,9	316,6	314,4
Elastyczność [log DEC]	1,2	1,3	1,3	1,3

Napięcie

Średnia wartość napięcia mięśnia płatowatego głowy u kierowców sportowych przed zadaniem obciążeniem wynosiła 18,7 Hz i wzrosła w drugim badaniu do poziomu 19,6 Hz. Średnia wartość wyjściowa napięcia mięśnia płatowatego głowy u kierowców zawodowych wynosiła 19,4 Hz i w drugim badaniu uległa zmniejszeniu do wartości 18,9 Hz. Średnia wartość napięcia mięśnia czworobocznego nie uległa zmianie pod wpływem zadanego obciążenia treningowego u kierowców zawodowych, za to u kierowców sportowych z wartości 18,1 Hz zmalała do wartości 17,9 Hz. Średnia wartość napięcia mięśnia obojczykowo mostkowo sutkowego u kierowców zawodowych uległa zwiększeniu z wartości 17,8 Hz do wartości 17,9 Hz, natomiast u kierowców sportowych zwiększyła się z średniej wartości 14,2 Hz do wartości 15,2 Hz.

Porównując średnie wartości napięcia mięśni płatowatego głowy oraz obojczykowo mostkowo sutkowego w obu grupach w pierwszym pomiarze (przed zadaniem obciążeniem treningowym) mniejsze wartości uzyskali kierowcy sportowi. Przed zadaniem obciążeniem treningowym średnia wartość napięcia mięśnia czworobocznego u kierowców zawodowych jest niższa (17,8 Hz) aniżeli u kierowców sportowych (18,1 Hz).

Sztywność

Średnia wartość sztywności mięśni: płatowatego głowy (387,5 N/m), czworobocznego (323 N/m) oraz obojczykowo mostkowo sutkowego (207,3 N/m) u kierowców sportowych przed założonym obciążeniem treningowym była niższa w porównaniu do pomiaru po zadaniem obciążeniu. Wartość po zadaniem obciążeniu w poszczególnych mięśniach wynosiła: mięsień płatowaty głowy - średnia wartość to 425,5 N/m mięsień czworoboczny – jego średnia wartość to 323,6 N/m oraz mięsień obojczykowo mostkowo sutkowy – jego wartość to 258,9 N/m.

Kierowcy sportowi charakteryzują się mniejszymi średnimi wartościami sztywności mięśnia płatowatego głowy oraz obojczykowo mostkowo sutkowego z pomiaru pierwszego w porównaniu do kierowców zawodowych. Średnia wartość sztywności mięśnia czworobocznego z pomiaru pierwszego u kierowców zawodowych (316,5 N/m) jest niższa aniżeli u kierowców sportowych (323 N/m).

Elastyczność

Średnia wartość pomiarów elastyczności mięśnia płatowatego głowy przed i po zadanym obciążeniu nie uległa zmianie w obu badanych grupach. Średnia wartość mięśnia czworobocznego u kierowców sportowych wynosi 1,1 (przy pierwszym pomiarze) i jest większa niż przy drugim pomiarze, który wynosi 1,0. W pomiarze mięśnia obojczykowo mostkowo sutkowego u kierowców sportowych średnia wartość uległa zwiększeniu po zadanym obciążeniu. U kierowców zawodowych pomiar mięśnia obojczykowo mostkowo sutkowego nie uległ zmianie. Średnia wartość pomiaru mięśnia czworobocznego u kierowców zawodowych uległa zwiększeniu z wartości 1,1 do wartości 1,2 w drugim pomiarze.

5. WSTĘPNE WNIOSKI Z BADAŃ PILOTAŻOWYCH

Analiza wyników przeprowadzonych badań pilotażowych pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

1. Wartości parametrów biomechanicznych różnią się między badanymi grupami zarówno przed jak i po treningu w sposób istotny.

Prawdopodobnie stałe obciążenie pracą zawodową kierowców zawodowych powoduje trwałe zmiany w parametrach biomechanicznych a nie chwilowy efekt treningu.

2. Stwierdzono, że ponad 60% kierowców sportowych i kierowców zawodowych prowadzi siedząco – stojący tryb życia co może nasilać procesy degeneracyjne w narządzie ruchu.
3. Porównując ocenę intensywności bólu w skali VAS kierowcy sportowi po zadanym obciążeniu odczuwają większy ból w odcinku szyjnym niż kierowcy zawodowi.
4. Parametry biomechaniczne mięśnia płatowatego głowy w zakresie sztywności u kierowców sportowych wzrosły po zadanym obciążeniu treningowym od wartości 387,5 N/m do wartości 425,5 N/m.
5. Parametry biomechaniczne mięśnia mostkowo obojczykowo sutkowego w zakresie sztywności u kierowców sportowych wzrosły po zadanym obciążeniu treningowym od wartości 207,4 N/m do wartości 258,9 N/m.

6. Nie odnotowano zmian parametrów biomechanicznych w zakresie sztywności, elastyczności i napięcia mięśnia czworobocznego w obu badanych grupach.
7. Wyniki badań pokazują, że wprowadzenie programu profilaktyki będzie istotnym elementem przeciwdziałania stwierdzonej dysfunkcji.
8. Po zadanym obciążeniu treningowym kierowcom sportowym, intensywność bólu w skali VAS w odcinku szyjnym kwalifikowana jest jako „ból o natężeniu średnim”.

Sytuacja ta może wynikać z niestosowania systemu HANS podczas treningów. Badania wykazały, że system HANS zmniejsza przemieszczanie głowy o 12 cm. System zmniejsza trzykrotnie siłę działającą na odcinek szyjny kręgosłupa.

6. PODSUMOWANIE

Wzmożone napięcie mięśniowe upośledza ukrwienie mięśnia, powodując gromadzenie w nim produktów przemiany materii. Wszystkie okołokręgosłupowe tkanki miękkie są zaopatrzone w nocyceptory. Stąd są one najczęstszym punktem wyjścia bólu, jeśli dojdzie do ich mechanicznego obciążenia.

W obszarze kluczowym jakim jest kręgosłup, który jest bardzo złożoną strukturą, nie można opierać się i przedstawiać go jako prostego modelu mechanicznego. Zrozumienie sił i czynników przyczyniających się do uszkodzenia kręgosłupa osób spędzających wiele godzin w pojazdach silnikowych nie jest dobrze poznane, pomimo badań prowadzonych w laboratoriach, przygotowujących eksperckie raporty przed dopuszczeniem samochodów do użytkowania. W naszym kraju nie ma z różnych, szczególnie historycznych względów, możliwości i tradycji tego typu działalności. Dlatego w Polsce powinniśmy skupić się właśnie na tym obszarze nauki, ponieważ mogą dać one znaczące aplikacyjne wyniki podnoszące aspekty zdrowia, jakość życia a przede wszystkim bezpieczeństwa osób jeżdżących sportowo i zawodowo. Ponadto wynika potrzeba uświadamiania młodych zawodników jakie konsekwencje mogą wynikać z braku przygotowania fizycznego przy jednoczesnych startach.

Warto podkreślić, że w piśmiennictwie zarówno krajowym jak i zagranicznym żaden z autorów nie podjął próby wprowadzenia programu profilaktyki dla kierowców sportowych.

Niemniej jednak trudno jest, bazując na dokonanym przeglądzie literatury przedmiotu, jak i wynikach badań pilotażowych, wskazać program profilaktyki lub kompensacji dla kierowców sportowych i zawodowych. Istnieją zatem istotne przesłanki, aby na tym tle zrealizować badania właściwe oraz przygotować program profilaktyki niezbędny dla realizacji założonych celów.

7. STAN BADAŃ I ZAMIERZENIA

7.1 Stan badań

Przygotowano założenia i narzędzia do realizacji badań pilotażowych wg nowej koncepcji

Przygotowano i opracowano bazę danych badań pilotażowych, które poddano wstępnej analizie

Wykonano badania pilotażowe

Wyznaczono terminy badań właściwych

Dokonano przeglądu piśmiennictwa

Przygotowano szczegółową koncepcję badań właściwych

Przygotowano oraz zaprezentowano podczas sesji plakotowej abstrakt pt. "Characteristic of musculoskeletal injuries among drivers and co-drivers participating in different levels of motor race competitions", który został przyjęty na Międzynarodową Konferencję Naukowo Sport Kinetics 2018 w Poreč (Chorwacja).

W oparciu o ten materiał przygotowywana jest publikacja.

7.2 Zamierzenia

Przygotowanie publikacji

Przygotowanie i przeprowadzenie badań właściwych

Przygotowanie bazy danych oraz opracowanie wyników

Systematyczne poszerzanie znajomości piśmiennictwa przedmiotu

Prezentacja wybranych fragmentów wyników podczas konferencji krajowych i międzynarodowych oraz publikacje

8. PIŚMIENNICTWO

1. Bak Elin E, Mai- L Hellénus, Björn Ekblom; Are we facing a new paradigm of inactivity physiology?
2. Baur, H., Muller, S., Hirschmuller, A., Huber, G., & Mayer, F. (2006). Reactivity, stability, and strength performance capacity in motor sports. *British Journal of Sports Medicine*, 40, p.906 – 910
3. Burton AK, Sandover J. Back pain in Grand Prix drivers: a ‘found’ experiment. *Appl Ergon* 1987;18:3–8.
4. Ebben William, Strength and Conditioning for Stock Car Racing, Ebben, PhD, CSCS*D, FNCSA Strength & Conditioning Journal: October 2010 - Volume 32 - Issue 5 - p 16-27
5. Farmer Ch. M., Relationships of Frontal Offset Crash Test Results to Real-World Driver Fatality Rates, *Traffic Injury Prevention*, 6:1,2006, 31-37
6. Falkner, F. (1972). Isometric exercise and racing driving. *Lancet*, 23, 1368–1369.
7. Gzik M.: Biomechanika kręgosłupa człowieka, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007, s. 196.
8. Jacobs & Olvey, Metabolic and Heart Rate Responses to Open-Wheel Automobile Road Racing: A Single-Subject Study,2000
9. Keall Michael D., Newstead Stuart (2016) Development of a method to rate the primary safety of vehicles using linked New Zealand crash and vehicle licensing data. *Traffic Injury Prevention* 17:2, pages 151-158.
10. Lippi, G., Salvagno, G.L., Franchini, M. & Guidi, G.C. (2007). Changes in technical regulations and drivers’ safety in top-class motor sports. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 922–925.
11. Melton II L. Joseph, Chrischilles Elizabeth A., Cooper Cyrus, Lane Ann W., Lawrence Riggs B., How many women have Osteoporosis?, *Journal of bone and mineral research*, volume 7, 1992, nr9,
12. Malevin JW., Nahum AM. Accidental Injury; biomechanics and prevention, Springer New York 2002
13. Masméjean EH, Chavane H, Chantegret A, et al. The wrist of the formula 1 driver. *Br J Sports Med*. 1999;33:270–3.
14. Moreira Antonio, Monica Gouveia, Pedro Macedo. Car Safety. *Handbook of Research on Intelligent Techniques and Modeling Applications in Marketing Analytics*, pages 305-331.;2017 *Crash Countermeasures and Design of Safety. Traffic Safety and Human Behavior*, pages 1085-1175,

15. Minoyama, O., & Tsuchida, H. (2004). Injuries in professional motor car racing drivers at a racing circuit between 1996 and 2000. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 613–616.
16. Mansfield N J, Marshall J M, Symptoms of musculoskeletal disorders in stage rally drivers and co-drivers, *Br J sport Med*. 2001;35: p.314
17. Ouni Z., Denis C. , C. Chauvel, A. Chambaz. (2018) Contextual ranking by passive safety of generational classes of light vehicles. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)* 67:2, pages 395-416.
18. Raschner Ch., H. Platzer, C. Patterson, Physical characteristics of experienced and junior open-wheel car drivers, *Journal of Sports sciences*, 2013, Vol.31, No.1,58-65
19. Sternlund Simon (2017) The safety potential of lane departure warning systems—A descriptive real-world study of fatal lane departure passenger car crashes in Sweden. *Traffic Injury Prevention*18:sup1, pages S18-S23;
20. Stodolny J.: Zespoły anatomiczno – czynnościowe kręgosłupa, ich funkcja i znaczenie w mechanizmach powstawania i w profilaktyce przeciążeń. *Medycyn asportowa* 2000; 113: 12-16
21. Terry R Trammell, Christopher S. Weaver, Henry Bock. Spine Fractures in Open Wheel Race Car Drivers. SAE Publications. Paper # 2006-01-3630
22. Trafford P., Henderson M., Trammel T., Spinal Injuries and Motor Sport, FIA, *International journal of motor sport medicine Auto+ Medical*
23. Weaver, C. S., Sloan, B. K., Brizendine, E. J., & Bock, H. (2006). An analysis of maximum vehicle G forces and brain injury in motorsports crashes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(2),
24. Weerappuli DPV, Chiu E, Barbat S., Prasad P., CART impact data analysis usin mathematical modeling. ASME international mechanical engineering congress and exposition, 2002
25. Williams, A.M., & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18, 657–667.
26. Videman T, Simonen R, Usenius JP, et al. The long-term effects of rally driving on spinal pathology. *Clin Biomech* 2000;15:83-86.
27. Yoganandon N, Pintar F, Sances A, et al. Biomechanical Investigation of the Human Thoracolumbar Spine. SAE Publications. Paper #881331
28. Zasada S., Sobiesław Zasada *Moje Rajdy*, Wydawnictwo: Agencja Wydawniczo – Reklamowa „Moto Press”, Warszawa 1996, str.1

ZAŁĄCZNIK

Płeć: K M

Data:

Data urodzenia:

Masa ciała:

Wysokość ciała:

Zawód:

Charakter pracy

Stojąca

Siedząca

Siedząco - stojąca

Czy ból szyi uniemożliwia Ci podnoszenie przedmiotów ważących więcej niż 2,5 kg.

tak

czasami

nie

Czy możesz spać w nocy bez odczuwania bólu szyi?

tak

czasami

nie

Czy odczuwasz bóle głowy w momencie, kiedy odczuwasz ból szyi?

tak

czasami

nie

Czy możesz wykonywać codzienne czynności bez pomocy innych?

Tak

czasami

nie

Czy masz wrażenie, że z powodu bólu szyi zmniejszyła się Twoja zdolność koncentracji?

tak

czasami

nie

Czy poranne ubieranie się zajmuje Ci tyle samo czasu co przedtem?

tak

czasami

nie

Czy z powodu bólu szyi nie możesz już spędzać wolnego czasu w typowy dla Ciebie sposób?

tak

czasami

nie

Prowadzenie samochodu

- Nie odczuwam bólu szyi podczas prowadzenia auta
- Mogę prowadzić samochód tak długo jak tylko chcę, ale odczuwam delikatny ból szyi
- Mogę prowadzić samochód tak długo jak tylko chcę, ale odczuwam umiarkowany ból szyi
- Nie mogę prowadzić samochodu tak długo jakbym chciał, ponieważ odczuwam umiarkowany ból szyi
- Z powodu silnego bólu karku prawie w ogóle nie mogę prowadzić samochodu
- W ogóle nie mogę prowadzić samochodu

Ból głowy

- w ogóle nie odczuwam bólu głowy
- odczuwam delikatny ból głowy, który zdarza się sporadycznie
- odczuwam umiarkowany ból głowy, który zdarza się sporadycznie
- odczuwam umiarkowany ból głowy, który zdarza się często
- odczuwam silny ból głowy, który zdarza się często
- Prawie cały czas odczuwam ból głowy

Na ile jesteś zmęczony po 2-godzinnym treningu (trening samochodowy)

- wcale
- bardzo lekko
- dosyć lekko

Intensywność bólu kręgosłupa

- obecnie nie odczuwam żadnego bólu
- obecnie ból jest bardzo łagodny
- obecnie ból jest umiarkowany
- obecnie ból jest dosyć silny
- obecnie ból jest bardzo silny
- nie mogę sobie wyobrazić gorszego bólu niż obecny

Wypoczynek

- Mogę brać udział we wszystkich zajęciach rekreacyjnych bez odczuwania bólu szyi
- Mogę brać udział we wszystkich zajęciach rekreacyjnych odczuwając lekki ból szyi
- Z powodu bólu szyi nie mogę brać udział we wszystkich typowych dla mnie zajęciach rekreacyjnych
- Z powodu bólu szyi mogę brać udział w kilku typowych dla mnie zajęciach rekreacyjnych
- Z powodu bólu szyi w ogóle nie mogę brać udział w jakichkolwiek zajęciach rekreacyjnych
- w ogóle nie mogę brać udziału w jakichkolwiek zajęciach rekreacyjnych

Ile czasu ćwiczysz w ciągu miesiąca (trening ukierunkowany – samochodowy)

- wcale
- mniej niż 2 dni
- ok. 2-4 dni

dosyć ciężko

ponad 4 dni

ciężko

bardzo ciężko

niezwykle ciężko

Skupienie się

Praca

mogę się w pełni skupić, kiedy chcę, bez problemu

mogę pracować tyle, ile zechcę

mogę się w pełni skupić, kiedy chcę, z małymi problemami

mogę wykonywać swoją normalną pracę, ale nie więcej

Skupienie się, kiedy chcę, sprawia mi pewne kłopoty

mogę wykonywać większość swojej normalnej pracy, ale nie więcej

skupienie się, kiedy chcę sprawia mi duże kłopoty

nie mogę wykonywać swojej normalnej pracy

skupienie się, kiedy chcę sprawia mi ogromne kłopoty

prawie w ogóle nie mogę wykonywać żadnej pracy

W ogóle nie mogę się skupić

w ogóle nie mogę wykonywać żadnej pracy

Jaki wpływ ma ból kręgosłupa na podejmowaną przez Ciebie akt. fizyczną

Czy starasz się utrzymać prawidłową postawę?

Nie ma wpływu

tak zawsze koncentruje się na postawie

Unikam podejmowania aktywności tylko gdy bóle są bardzo intensywne

poprawiam ją, gdy moje plecy zaczynają boleć

Staram się unikać podejmowania aktywności z powodu bólu

poprawiam ją, lecz nieczęsto

Zaprzestałem/am podejmowania aktywności z powodu bólu

nie skupiam się na tym

Oceń stres przed treningiem

😊

😐

☹️

Proszę wybrać jaki jest najintensywniejsze doznanie bólu dokuczającego Ci przed treningiem i po treningu (trening samochodowy) w każdym z obszarów wymienionych poniżej (zakreśl)

Przed treningiem/pracą

	Słabe	Średnie	Silne
Odcinek lędźwiowy	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Odcinek piersiowy	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Odcinek szyjny	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Dłonie i nadgarstki	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Obwód barkowa	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Ramiona	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Łokcie i przedramiona	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Brzuch	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Klatka piersiowa	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Uda	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Staw kolanowy	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Piszczele	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Staw skokowo goleniowy	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Stopy	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10

Po treningu/pracy

	Słabe	Średnie	Silne
Odcinek lędźwiowy	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Odcinek piersiowy	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Odcinek szyjny	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Dłonie i nadgarstki	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Obwód barkowa	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Ramiona	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Łokcie i przedramiona	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Brzuch	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Klatka piersiowa	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Uda	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Staw kolanowy	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Piszczele	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Staw skokowo goleniowy	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10
Stopy	1 2 3	4 5 6 7	8 9 10