

Akademia Wychowania Fizycznego

im. Jerzego Kukuczki w Katowicach

Magdalena Strózik

**ANALIZA WYBRANYCH CZYNNIKÓW WPLYWAJĄCYCH NA
POWRÓT DO UPRAWIANIA PIŁKI NOŻNEJ PO REKONSTRUKCJI
WIĘZADŁA KRZYŻOWEGO PRZEDNIEGO**

Autoreferat rozprawy

na stopień doktora nauk o kulturze fizycznej

Promotor:

prof. dr hab. n. med. Krzysztof Ficek

Katowice 2023

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE	3
1. PROBLEM BADAWCZY	5
2. MATERIAŁ, METODY I NARZĘDZIA BADAWCZE.....	7
2.1. Narzędzia analizy statystycznej.....	8
3. WYNIKI BADAŃ.....	10
4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI.....	27
PIŚMIENNICTWO	29

WPROWADZENIE

Aktywność fizyczna traktowana jako dowolność, konieczność czy modny trend środowiskowy, opiera się na tych samych mechanizmach ruchowych jakie zostały wykształcone ewolucyjnie. Ciągłość tego procesu spotyka się w dzisiejszych czasach z rewolucyjnymi zmianami technologicznymi i informatycznymi. Konfrontacja tych dwóch potencjałów obrazuje rozbieżności pomiędzy możliwościami człowieka, a sportowymi celami, które sobie stawia. Nieadekwatny poziom fizycznej sprawności wszechstronnej, w stosunku do realizowanych zadań, jest często przyczyną wystąpienia uszkodzeń w obrębie narządu ruchu.

Rozwijanie zdolności i predyspozycji ruchowych może odbywać się w strefie wysokich wymagań adaptacyjnych, w odpowiednio zaplanowanych cyklach treningowych. Drugim biegunem podejmowanych działań, jest spontaniczna aktywność fizyczna niezwiązana z treningiem - NEAT (Non Exercises Activity Thermogenesis), (Chung i wsp. 2018; Rizzato i wsp. 2022). Ćwiczenia fizyczne, wykonywane w ciągu dnia w najprostszyc dostępnych formach, przy pojedynczych powtórzeniach dają w sumie objętość jednostki treningowej. Nie są skupione w określonej jednostce czasowej, ale systematyczność ich wykonywania pozwala oczekiwać zamierzonego efektu. Często wykonywanie tych ćwiczeń jest skojarzone z zasadami ergometrii środowiska pracy lub zachowań w warunkach domowych.

Podstawowe indywidualne możliwości profilaktyki uszkodzeń narządu ruchu są oparte na dobrostanie organizmu związanego ze snem, żywieniem i właściwie dobranymi obciążeniami treningowymi. Upowszechnianie aktywności fizycznej jest uzasadnione jej trudnym do przeszacowania prozdrowotnym znaczeniem, głównie w aspekcie chorób układu sercowo–naczyniowego, onkologicznych czy chorób metabolicznych, takich jak cukrzyca i otyłość. Zaangażowanie w trening sportowy wiąże się jednak również z możliwością narastania i kumulowania zmęczenia w układzie nerwowo-mięśniowym. Taki stan powinien korelować z zapewnieniem tkankom odnowy pod postacią treningu wyrównawczego, metod fizjoterapii lub stosowania urządzeń zapewniających organizmowi odnowę biologiczną. Stan zmęczenia może prowadzić do zaburzenia czucia własnego ciała, utraty kontroli ruchu i sposobie do zaistnienia uszkodzenia kostno-stawowego podczas aktywności sportowej. Jednym z ważniejszych elementów strategii regeneracyjnej jest umiejętność radzenia sobie z codziennym obciążeniem treningowym, a najlepszą prewencją skutków stresu są sen

i żywieniu. Brak metodycznego zbudowania planu aktywności ruchowej, prowadzącego od podstawowych wzorców ruchowych, do aktywności specjalistycznej, zagraża bezpieczeństwu uprawiania sportu i często prowadzi do złożonych w skutkach urazów.

Niezwykle ważnym czynnikiem żywieniowo-suplementacyjnym jest poziom witaminy D3. Obniżenie poziomu witaminy D3, poniżej wymaganej normy, negatywnie wpływa na procesy metaboliczne tkanki kostnej wraz z osłabieniem jej parametrów fizycznych, istotnych w przenoszeniu obciążeń. Zwiększa to tym samym niszczące działanie energii urazowej uszkadzającej strukturę narządu ruchu (Manoy i wsp. 2017; Zhang i wsp. 2021b).

Uszkodzenie struktury każdego więzadła, całkowite lub częściowe, polega na przerwaniu ciągłości wszystkich lub niektórych jego włókien. Ten warunek jest jednym z niewielu elementów stałych towarzyszących urazom więzadłowym, w tym więzadła krzyżowego przedniego (WKP). Obserwuje się wzrastającą ilość uszkodzeń WKP w sportach indywidualnych oraz zespołowych grach sportowych, wśród których dominuje piłka nożna. Dostępność metod diagnostycznych wraz z adekwatną świadomością znaczenia problemu uszkodzenia WKP, reprezentowaną przez zespoły medyczne, pozwala oczekiwać zapewnienia zawodnikowi po przebytych urazach, powrotu do uprawiania sportu. W wieloetapowym procesie odzyskania sprawności istnieje jednak wiele zagrożeń mogących opóźnić osiągnięcie ustanowionego celu. Spodziewany niekorzystny wpływ energii urazowej uszkadzającej WKP widoczny jest w obrazowaniu rezonansem magnetycznym (MRI) oraz w diagnozowaniu artrometrycznym. Czas podjęcia decyzji o wykonaniu operacji wraz z rozległością jej przeprowadzenia, przed i pooperacyjny protokół usprawniania, mogą decydować o ostatecznym powodzeniu leczenia.

Olbrzymie znaczenie w przebiegu całego procesu ma umiejętność budowania i zarządzania drogą postępowania pacjenta. Niezbędna jest także ocena postępu leczenia na jego poszczególnych etapach wraz z umiejętnością przewidywania ryzyka wystąpienia niepożądanych efektów ubocznych. W tym celu, w nowoczesnych podmiotach leczniczych, powołuje się osoby lub zespoły osób, które w oparciu o wszechstronną wiedzę i doświadczenie potrafią nadzorować i koordynować bieżący stan diagnostyki i leczenia. Taki rodzaj działania daje największe prawdopodobieństwo osiągnięcia celu, jakim jest bezpieczny zdrowotnie powrót do uprawiania sportu (Return To Play - RTP), z maksymalnie możliwą redukcją ryzyka wystąpienia ponownego urazu wyleczonego więzadła.

1. PROBLEM BADAWCZY

W przedstawionej pracy, oprócz perspektywy badawczej, uwzględniono również praktyczny aspekt wdrożeniowy. Zamiarem opisowym było przedstawienie konsekwentnej i nadzorowanej ścieżki diagnostyczno-terapeutycznej piłkarza nożnego po urazie kolana, prowadzącej do wyboru najbardziej korzystnego toku postępowania leczniczego. Celem naukowym było zaproponowanie rozważenia wybranych czynników, mogących wpłynąć na efekt leczenia, skoncentrowanego na bezpiecznym powrocie do uprawiania sportu.

RTP rozumiany jest jako podjęcie aktywności fizycznej, co najmniej na poziomie obciążeń realizowanych przed urazem. W kryterium oceny uwzględniono możliwość ponownego uprawiania piłki nożnej, w tej samej lub wyższej objętości i intensywności.

Zespoły medyczne opiekujące się zawodnikami profesjonalnych drużyn piłkarskich, kierują się wskazaniami ułatwiającymi ocenę zdolności zawodnika do powrotu do pełnej sprawności psychicznej i fizycznej po rekonstrukcji WKP (Harris i wsp. 2014; Faleide i wsp. 2021). Ze względu na złożoność problemu i istnienie wielu zmiennych indywidualnych, brakuje obecnie jednak konsensusu co do wyboru parametrów oceny i wartości granicznych, pozwalających na dopuszczenie lub zakazanie zawodnikowi po operacji powrotu do sportu (Lentz i wsp. 2012). Istniejące, chociaż niewystarczające w tej chwili dowody naukowe na ten temat, nakierowane są na obiektywizację kryteriów zmniejszających ryzyko wystąpienia ponownego urazu (Arderm i wsp. 2014). Stwarza to przesłanki do ujednoczenia i wdrożenia wymogów powszechnie obowiązujących przed wydaniem zgody na powrót do treningów i gry (Zaffagnini i wsp. 2014; Brinlee i wsp. 2022).

Celem podstawowym związanym z powrotem zawodnika do sportu jest jego bezpieczeństwo zdrowotne. Równoważnym zadaniem jest uniknięcie niepożądanego efektu jakim jest operacja rewizyjna, wynikająca z zerwania przeszczepu zrekonstruowanego więzadła (Brinlee 2021). Uwzględniając te proponowane w piśmiennictwie przez Harris i wsp. (2014), Delvaux i wsp. (2016), Alonso i wsp. (2019), kryteria powrotu do sportu uszeregowane według ważności występowania:

1. dynamiczna stabilność kolana podczas określonego ćwiczenia piłkarskiego,
2. efektywność siły mięśniowej,
3. normalizacja zakresów ruchu zgięcia i wyprostu stawu kolanowego,
4. subiektywne uczucie zgłaszane przez zawodnika,
5. całkowite ustąpienie bólu,

zaproprowano hipotezy badawcze, iż następujące czynniki związane z postępowaniem diagnostyczno-terapeutycznym piłkarza nożnego, po zerwaniu więzadła krzyżowego przedniego, mają wpływ na jego czas powrotu do ponownego uprawiania piłki nożnej:

1. wykonanie tenodezy bocznej podczas rekonstrukcji więzadła krzyżowego przedniego,
2. współistniejące przy zerwaniu więzadła krzyżowego przedniego uszkodzenia łąkotek,
3. wybór terminu operacji - okres czasu pomiędzy urazem a operacją,
4. jakość snu wpływająca na rozległość urazu i na czas powrotu do sportu.

Powyższe rozważania wykreowały następujące pytania badawcze określające wpływ wybranych czynników na czas odzyskania sprawności operowanego stawu kolanowego:

1. Czy rozszerzenie operacji o tenodezę boczną wydłuża powrót do sportu?
2. Czy współistniejące uszkodzenia struktur łąkotkowych opóźniają powrót do sportu?
3. Czy wydłużenie czasu pomiędzy urazem, a operacją, wpływa opóźniająco na czas powrotu do sportu?
4. Czy jakość snu wpływa na rozległość urazu i opóźnia czas powrotu do sportu?

2. MATERIAŁ, METODY I NARZĘDZIA BADAWCZE

W badaniach wykorzystano metodę obserwacji bezpośredniej uczestniczącej oraz metodę sondażu diagnostycznego. Aby uzyskać odpowiedzi na wcześniej postawione pytania badawcze oraz zweryfikować sformułowane hipotezy, przeprowadzone zostały wszechstronne analizy statystyczne wyników badań 67 pacjentów uprawiających piłkę nożną. Kryteria włączenia do grupy badanych zawierały: uszkodzenie WKP oraz uszkodzenia struktur kostno-chrzęstnych i łąkotkowych, uprawianie piłki nożnej na centralnym szczeblu rozgrywkowym obejmującym 4 poziomy: ekstraklasa, I liga, II liga oraz III liga, zastosowanie przeszczepu autologicznego ze ścięgna mięśnia półścięgnistego oraz smukłego, badanie MRI, pomiar artrometryczny, zrealizowanie pełnego protokołu rehabilitacyjnego. Kryterium wyłączenia do grupy badanych zawierały: uszkodzenia wielowięzadłowe dotyczące więzadła krzyżowego tylnego i więzadeł pobocznych: piszczelowego oraz strzałkowego od stopnia II wymagające zaopatrzenia operacyjnego, zastosowanie innego przeszczepu, niż przeszczep ze ścięgna mięśnia półścięgnistego oraz smukłego, powtórne uszkodzenie ACL – uszkodzenie przeszczepu po rekonstrukcji oraz zaburzenie osi kończyny dolnej kwalifikujące do osteotomii. Mediana wieku była równa 24 lata, minimalny wiek to 15 lat, maksymalny wiek to 49 lat. Poniżej przedstawiono podstawową charakterystykę próby badawczej.

Tab. 1 Podstawowe statystyki opisowe. Normalność rozkładów. N=67

Zmienna	M	Ufność -95%	Ufność 95%	Me	Min	Maks	SD	p S-W
Wysokość ciała [cm]	178,79	177,12	180,46	179,00	164,00	197,00	6,86	0,048
Masa ciała [kg]	77,51	75,01	80,01	77,00	50,00	100,00	10,26	0,098
BMI	24,23	23,54	24,92	23,96	18,17	32,65	2,82	0,032

M – średnia arytmetyczna, Me – mediana, SD – odchylenie standardowe, p S-W – prawdopodobieństwo testowe dla testu normalności rozkładu Shapiro-Wilka.

Analiza wyników zawartych w tabeli 1 pozwoliła na stwierdzenie, że w przypadku zmiennych takich jak, wysokość i masa ciała oraz BMI, istniały podstawy do odrzucenia hipotezy zerowej o normalności rozkładu analizowanych zmiennych i stwierdzenia skrajnych asymetrii $p\text{-}S\text{-}W < 0,05$. Mediana wysokości ciała była równa 179 cm, minimalna wysokość ciała

to 164 cm, a maksymalna 197 cm. Mediana masy ciała była równa 77, kg przy minimum równym 50 kg i maksimum 100 kg. Mediana BMI wynosiła 23,96 przy minimum 18,17 i maksimum 32,65.

2.1. Narzędzia analizy statystycznej

W badaniach ocenom poddano cechy o charakterze ilościowym i jakościowym. Analiza każdej z nich posiada swoją specyfikę, polegającą na zastosowaniu do porównań adekwatnych narzędzi statystycznych. W celu scharakteryzowania struktury badanych zmiennych obliczono podstawowe statystyki opisowe w postaci miar położenia i zmienności. Normalność rozkładów analizowanych zmiennych zweryfikowano przy pomocy testu Shapiro-Wilka. W celu stwierdzenia siły powiązania pomiędzy zmiennymi ze względu na rangowy charakter zmiennych lub brak normalności rozkładów zastosowano współczynnik korelacji rang Spearmana. Do weryfikacji istotności różnic zastosowano nieparametryczny test U Manna-Whitneya oraz anowę Kruskala-Wallisa i testy wielokrotnych porównań. Dla zmiennych mierzonych w skalach rangowej i nominalnej obliczono licznosci i wskaźniki struktury oraz poddano weryfikacji hipotezy, że dwie *jakościowe* cechy w populacji są niezależne.

$$H_0 : \text{cechy } X \text{ i } Y \text{ są niezależne,}$$

Wobec hipotezy alternatywnej:

$$H_1 : \text{cechy } X \text{ i } Y \text{ są zależne}$$

Najczęściej w tym celu stosowanym „narzędziem” jest test χ^2 Pearsona z poprawką NW (niewielkie licznosci) lub dla tabel 2x2 test χ^2 Yatesa. Polega on na porównaniu częstości zaobserwowanych z częstościami oczekiwanymi przy założeniu hipotezy zerowej (o braku związku pomiędzy tymi dwiema zmiennymi).

Jak już wcześniej stwierdzono, statystyka χ^2 sprawdza, czy dwie zmienne są ze sobą powiązane. Jednakże oprócz sprawdzenia czy pomiędzy zmiennymi zachodzi związek, interesuje nas, jak silne jest to powiązanie. Samej wartości χ^2 Pearsona jako pomiaru siły związku nie możemy stosować, dlatego wykorzystano takie miary siły związku, jak współczynniki V Cramera i tau b i c Kendala.

W prognozowaniu wartości zmiennych wykorzystano model regresji wielu zmiennych. W budowie takich modeli konieczne było ściśle określenie zmiennej endogenicznej „czas

powrotu do sportu”, jak również właściwy dobór zmiennych objaśniających badane zjawiska. Zgodnie z kryteriami modelu optymalnego, dobór zmiennych objaśniających model regresji polega na takim ich zestawieniu, aby były one skorelowane ze zmienną objaśnianą, a nieskorelowane z innymi zmiennymi objaśniającymi. Jako zmienne objaśniające przyjęto wyniki dotyczące wieku, parametrów budowy somatycznej, oraz dotyczące wielkości uszkodzeń oraz miejsca uszkodzeń. Optymalny wybór zmiennych objaśniających do modelu regresji został dokonany w oparciu o algorytm regresji krokowej postępującej.

W pracy zastosowano również analizę dyskryminacyjną. Celem analizy dyskryminacyjnej jest rozstrzygnięcie, które zmienne dyskryminują dwie lub więcej naturalnie wyłaniających się grup. Narzędziem pozwalającym na to są funkcje (zmienne) dyskryminacyjne określone na podstawie danych statystycznych dla obiektów, o których wiemy dokładnie, z jakich populacji pochodzą. W dalszych analizach zastosowano regresję logistyczną, która jest jedną z metod regresji używanych w przypadku, gdy zmienna zależna (objaśniana) jest mierzona w skali dychotomiczej (przyjmuje tylko dwie wartości). Zwykle wartości zmiennej objaśnianej wskazują na wystąpienie lub brak wystąpienia pewnego zdarzenia, które chcemy prognozować. Regresja logistyczna pozwala wówczas na obliczanie prawdopodobieństwa tego zdarzenia. Skonstruowane zostały modele jednoczynnikowe regresji logistycznej, jak i model wielowymiarowy regresji logistycznej.

Dla wszystkich analiz przyjęto poziom istotności równy 0,05. Wszystkie analizy wykonano przy pomocy pakietu Statistica v.13.1.

3. WYNIKI BADAŃ

Analizę wyników badań rozpoczęto od charakterystyki analizowanych zmiennych ze względu na podstawowe statystyki opisowe ich rozkłady.

Tab. 2 Podstawowe statystyki opisowe, normalność rozkładów N=67.

Zmienna	M	Ufność -95%	Ufność 95%	Me	Min	Maks	SD	p S-W
RÓŻNICA K Objawowa-K Nieobjawowa [mm]	3,83	3,28	4,37	3,40	0,40	13,70	2,24	<0,000 1
Czas od urazu do zabiegu [N – dni]	103,39	74,79	131,99	63,00	4,00	720,00	117,24	<0,000 1
Czas powrotu do sportu [N - miesięcy]	6,86	6,42	7,29	7,00	3,00	12,00	1,78	<0,000 1
Suma sen	15,67	14,66	16,68	15,00	10,00	36,00	4,14	<0,000 1

M – średnia arytmetyczna, Me – mediana, SD – odchylenie standardowe, p S-W – prawdopodobieństwo testowe dla testu normalności rozkładu Shapiro-Wilka, suma sen – suma odpowiedzi na pytania dotyczących snu z wywiadu lekarskiego.

W przypadku wszystkich zmiennych zawartych w tabeli 2 stwierdzono skrajne asymetrie rozkładów $p\ S-W < 0,05$. Mediana różnicy pomiędzy przesuwem piszczeli, a udem, była równa 3,40 mm, minimum wynosiło 0,4 mm, a maksimum 13,7 mm. Mediana czasu powrotu badanych pacjentów do sportu to 7 miesięcy, minimum 3 miesiące oraz maksimum 12 miesięcy. Mediana czasu od urazu do zabiegu wynosiła 63 dni i była diametralnie niższa od wartości średniej, co świadczy o bardzo silnej asymetrii prawostronnej.

Tabela 3 przedstawia częstość umiejscowienia uszkodzeń. Najczęściej uszkodzenie występowało zarówno w obrębie kości udowej (F) jak i piszczelowej (T), F/T 58,21%. W obrębie kości udowej najczęściej uszkodzony był kłykiec boczny kości udowej (FL; FM – kłykiec przyśrodkowy uda) 46,27%. W przypadku kości piszczelowej również najczęściej uraz dotyczył kłykcia bocznego kości piszczelowej (TL; TM – kłykiec przyśrodkowy piszczeli) 50,75%. Powierzchnie udowe i piszczelowe są dalej podzielone na regiony przedni (A), centralny (C) i tylny (P) + określony jest stopień spłaszczenia lub obniżenia powierzchni stawowej w stosunku do normy.

Tab. 3 Tabela liczności i wartości procentowych dla analizowanych cech.

Cecha	Klasa	Liczba obserwacji	% obserwacji
Kość	F	3	4,48
	T	8	11,94
	F/T	39	58,21
	Brak	17	25,37
Kłykieć F	L	31	46,27
	M	1	1,49
	M/L	10	14,93
	Brak	25	37,31
Kłykieć T	L	34	50,75
	M	2	2,99
	M/L	11	16,42
	Brak	20	29,85

Kość F – uszkodzenie w obrębie kości udowej, kość T – uszkodzenie w obrębie kości piszczelowej, kość F/T – uszkodzenie w obrębie kości udowej i piszczelowej; kłykieć F – kłykieć kości udowej, kłykieć T – kłykieć kości piszczelowej, L -boczny, M – przyśrodkowy.

Tab. 4 Tabela liczności i wartości procentowych dla analizowanych cech ze względu na region uszkodzenia.

Klasa		Stopień uszkodzenia (Worms)			
		0	1	2	3
F REGION A	N	60	3	3	1
	%	89,55	4,48	4,48	1,49
F REGION C	N	31,0	13,0	17,0	6,0
	%	46,27	19,40	25,37	8,96
F REGION P	N	26	12	20	9
	%	38,81	17,91	29,85	13,43
T REGION A	N	62	1	3	1
	%	92,54	1,49	4,48	1,49
T REGION C	N	35	9	21	2
	%	52,24	13,43	31,34	2,99
T REGION P	N	22	9	27	9
	%	32,84	13,43	40,30	13,43

Region A – region przedni, C – region środkowy, P – region tylny.

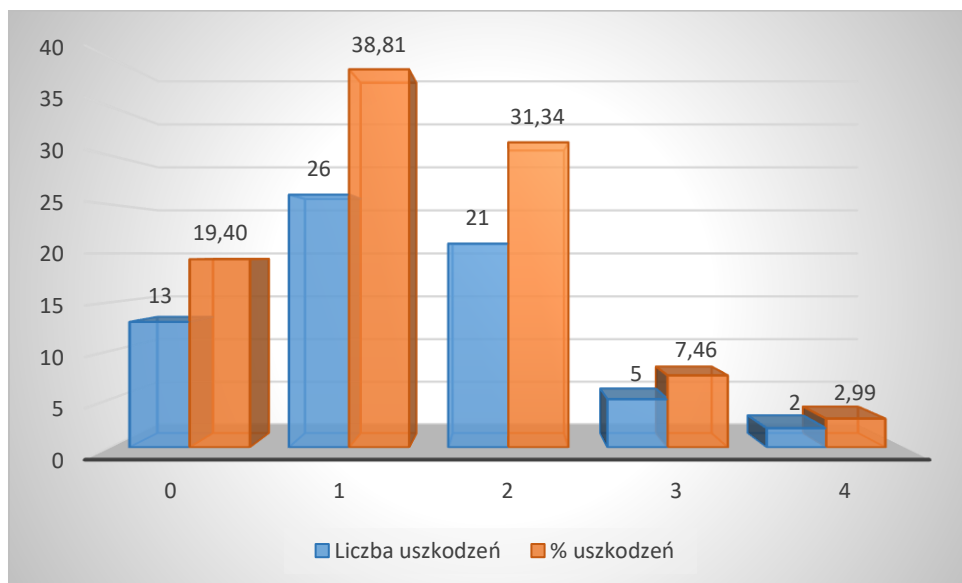
Najczęściej jeśli wystąpiło odchylenie od normy, to jego nasilenie w przypadku wszystkich analizowanych regionów udowych i piszczelowych miało 2 stopień. Kolejna tabela identyfikuje rodzaje uszkodzeń.

Tab. 5 Tabela liczności i częstości danych typów uszkodzeń.

Typ uszkodzenia		Uszkodzenie	
		Nie	Tak
MM	N	27	40
	%	40,30	59,70
ML	N	52	15
	%	77,61	22,39
PCL	N	53	14
	%	79,10	20,90
MCL	N	54	13
	%	80,60	19,40
LCL	N	67	5
	%	92,54	7,46
SRU	N	63	4
	%	94,03	5,97

MM – łąkotka przyśrodkowa, ML – łąkotka boczna, PCL – więzadło krzyżowe tylne, MCL – więzadło poboczne przyśrodkowe, LCL – więzadło poboczne strzałkowe, SRU – staw rzepkowo udowy.

Najczęstszym uszkodzeniem ulegała łąkotka przyśrodkowa, następnie boczna oraz więzadła krzyżowe tylne i poboczne piszczelowe. W przypadku urazów kolana, czasami występowało wiele uszkodzeń na raz, a ich rozkład ilościowy przedstawia poniższa rycina.



Ryc. 1 Rozkład próby badawczej ze względu na liczbę uszkodzeń.

Największy odsetek miało jedno uszkodzenie 38,81%, ale bardzo często zdarzały się również dwa uszkodzenia na raz 31,34%. Kolejna tabela, nr 6, obrazuje rozkład częstości stopnia nasilenia urazu w łąkotce.

Tab. 6 Tabela licznosci i wartosci procentowych dla stopnia nasilenia urazu w obrębie łąkotki.

Cecha	Stopień uszkodzenia	Liczba obserwacji	% obserwacji
CA	0	56	83,58
	1	3	4,48
	2	3	4,48
	3	5	7,46
CP	0	21	31,34
	1	10	14,93
	2	13	19,40
	3	23	34,33
CO	0	38	56,72
	1	6	8,96
	2	8	11,94
	3	15	22,39

CA – róg przedni, CP- róg tylny, CO – trzon łąkotki

Trzeci stopień nasilenia urazu w łąkotce występował bardzo często w rogu tylnym 34,33% oraz w trzonie łąkotki 22,39%.

Tab. 7 Tabela licznosci i wartosci procentowych dla analizowanych cech.

Cecha	Klasa	Liczba obserwacji	% obserwacji
MRI K	TAK	19	28,36
	NIE	48	71,64
MRI KP	TAK	47	70,15
	NIE	20	29,85
TENODEZA BOCZNA	TAK	40	59,70
	NIE	27	40,30
DIAGNOZA	prawidłowa	6	8,96
	częściowa niestabilność	20	29,85
	całkowita niestabilność	41	61,19

MRI K – złamanie kości opisane w obrazie rezonansu magnetycznego, MRI KP – złamanie w obrębie kości podchrzęstnej opisane w obrazie rezonansu magnetycznego, diagnoza – wynik badania artrometrycznego.

Wyniki tabeli 7 pozwalają na stwierdzenie, że w 70,15% przypadków występowało złamanie kości podchrzęstnej, a w 28,36% wgniecenie lub złamanie kości. W 59,7% przypadków potrzebna była tenodeza boczna. U 61,19% pacjentów występowała całkowita niestabilność stawu.

Kolejne analizy dotyczyły już powiązań pomiędzy zmiennymi niezależnymi, a zmienną zależną czas powrotu do sportu. W tym celu zastosowano nieparametryczny współczynnik korelacji rang Spearmana.

Tab. 8 Korelacja porządku rang Spearmana. Czas powrotu do sportu & parametry budowy somatycznej.

Para zmiennych Czas powrotu do sportu (N miesięcy)&	N	R	t(N-2)	P
Wiek [lata]	67	-0,05	-0,44	0,66
Wysokość ciała [cm]	67	0,03	0,22	0,83
Masa ciała [kg]	67	0,02	0,16	0,87
BMI	67	-0,02	-0,15	0,88

Wiek oraz parametry budowy somatycznej nie były istotnie statystycznie powiązane z czasem powrotu do sportu $p > 0,05$.

Tab. 9 Korelacja porządku rang Spearmana. Czas powrotu do sportu & region.

Para zmiennych Czas powrotu do sportu (N miesięcy) &	N	R	t(N-2)	p
F REGION A	67	-0,18	-1,50	0,14
F REGION C	67	-0,15	-1,23	0,22
F REGION P	67	-0,15	-1,23	0,22
T REGION A	67	-0,01	-0,06	0,95
T REGION C	67	-0,03	-0,26	0,79
T REGION P	67	-0,01	-0,05	0,96

F – kość udowa, T – kość piszczelowa, Region A – region przedni, C – region środkowy, P – region tylny.

Stopnie uszkodzeń w poszczególnych regionach kości udowej i piszczelowej nie były istotnie powiązane z czasem powrotu do sportu.

Tab. 10 Korelacja porządku rang Spearmana. Czas powrotu do sportu & zmienne niezależne.

Para Czas powrotu do sportu (N miesięcy) &	N	R	t(N-2)	p
SUMA USZKODZEŃ [N - uszkodzeń]	67	-0,11	-0,87	0,39
CA [stopień nasilenia]	67	0,19	1,60	0,11
CP [stopień nasilenia]	67	-0,01	-0,11	0,91
CO [stopień nasilenia]	67	0,00	0,02	0,99
RÓŻNICA K Objawowa-K Nieobjawowa [mm]	67	-0,05	-0,42	0,68
DIAGNOZA	67	0,01	0,08	0,94
Czas od urazu do zabiegu [N – dni]	67	0,41	3,62	0,0006
Wywiad lekarski dotyczący snu	67	0,01	0,10	0,92
Suma sen	67	-0,04	-0,29	0,77

CA – róg przedni, CP – róg tylny, CO – trzon łątki, różnica K Objawowa-K Nieobjawowa – różnica pomiędzy przesuwem kości piszczelowej względem kości udowej zdrowej kończyny dolnej w stosunku do uszkodzonej kończyny dolnej, diagnoza – wynik badania artrometrycznego, suma sen - suma odpowiedzi na pytania dotyczących snu z wywiadu lekarskiego.

Istotną dodatnią przeciętną korelację stwierdzono pomiędzy czasem od urazu do zabiegu, a powrotem do sportu $R=0,41$; $p=0,0006$. Można zatem stwierdzić, że im więcej dni upłynie od urazu do zabiegu, tym dłużej trwa powrót zawodnika do sportu.

Kolejne analizy miały na celu weryfikację czy miejsce uszkodzenia istotnie różnicowało wyniki czasu potrzebnego do powrotu do sportu. W tym celu zastosowano nieparametryczną analizę wariancji Kruskala-Wallisa.

Tab. 11 ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Czas powrotu do sportu (N miesięcy). Zmienna niezależna (grupująca): Kość.

Zależna: Czas powrotu do sportu (N miesięcy)	Test Kruskala-Wallisa: $H(3, N=67) = 3,85$ $p = 0,28$			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
Brak	0	17	623,50	36,68
F	1	3	108,00	36,00
T	2	8	352,50	44,06
F/T	3	39	1194,00	30,62

F – kość udowa, T – kość piszczelowa

Rodzaj kości, w której było umiejscowione uszkodzenie, nie różnicował istotnie czasu powrotu do sportu $p > 0,05$.

Tab. 12 ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Czas powrotu do sportu (N miesięcy). Zmienna niezależna (grupująca): Kłykieć F.

Zależna: Czas powrotu do sportu (N miesięcy)	Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 67) =5,24 p =0,16			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
Brak	0	25	930,50	37,22
L	1	31	1104,00	35,61
M	2	1	22,00	22,00
M/L	3	10	221,50	22,15

L – kłykieć boczny, M – kłykieć przyśrodkowy

Rodzaj kłykcia w kości udowej nie różnicował istotnie czasu powrotu do sportu $p > 0,05$.

Tab. 13 ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Czas powrotu do sportu (N miesięcy). Zmienna niezależna (grupująca): Kłykieć T.

Zależna: Czas powrotu do sportu (N miesięcy)	Test Kruskala-Wallisa: H (3, N= 67) =0,73 p =0,82			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
Brak	0	23	834,00	36,26
L	1	34	1130,00	33,68
M	2	2	63,00	31,50
M/L	3	11	286,00	30,45

L – kłykieć boczny, M – kłykieć przyśrodkowy

Rodzaj kłykcia w kości piszczelowej nie różnicował istotnie czasu powrotu do sportu $p > 0,05$.

Tab. 14 ANOVA rang Kruskala-Wallisa; Czas powrotu do sportu (N miesięcy). Zmienna niezależna (grupująca): Diagnoza.

Zależna: Czas powrotu do sportu (N miesięcy)	Test Kruskala-Wallisa: H (2, N= 67) =0,009 p =0,99			
	Kod	N ważnych	Suma Rang	Średnia Ranga
Prawidłowa	1	6	200,00	33,33
częściowa niestabilność	2	20	679,00	33,95
całkowita niestabilność	3	41	1399,00	34,12

Diagnoza – wynik badania artrometrycznego

Wyniki artrometrii nie różnicowały istotnie czasu powrotu do sportu $p > 0,05$.

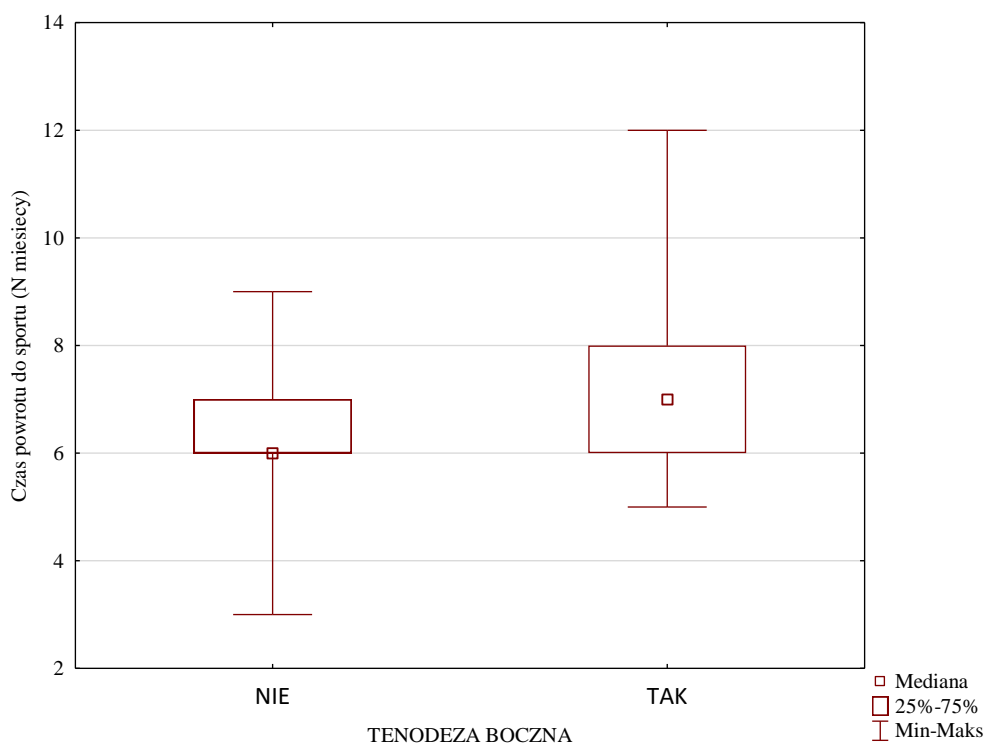
Kolejne analizy miały na celu weryfikację czy rodzaj uszkodzenia oraz tenodeza boczna istotnie różnicowały czas powrotu do sportu.

Analiza wyników tabeli 15 nie dała podstaw do stwierdzenia, że rodzaj urazu istotnie różnicował czas powrotu do sportu $p > 0,05$. Stwierdzono, że czas powrotu do sportu istotnie zwiększa zastosowanie tenodezy bocznej $p = 0,012$, co potwierdza również rycina 10.

Tab. 15 Test U Manna-Whitneya. Zmienna zależna – Czas powrotu do sportu ze względu na rodzaj i miejsce uszkodzenia oraz zastosowanie tenodezy.

Zmienna grupująca		Sum.rang NIE	Sum.rang TAK	U	Z	p
MM	Czas powrotu do sportu (N miesięcy)	1338,00	940,00	518,00	-0,27	0,78
ML	Czas powrotu do sportu (N miesięcy)	1850,50	427,50	307,50	1,23	0,22
PCL	Czas powrotu do sportu (N miesięcy)	1817,50	460,50	355,50	0,23	0,82
MCL	Czas powrotu do sportu (N miesięcy)	1878,50	399,50	308,50	0,67	0,51
LCL	Czas powrotu do sportu (N miesięcy)	2185,00	93,00	83,00	1,12	0,26
SRU	Czas powrotu do sportu (N miesięcy)	2089,00	189,00	73,00	-1,39	0,16
MRI K	Czas powrotu do sportu (N miesięcy)	1652,00	626,00	436,00	0,27	0,79
MRI KP	Czas powrotu do sportu (N miesięcy)	1555,50	722,50	427,50	-0,58	0,56
TENODEZA	Czas powrotu do sportu (N miesięcy)	721,50	1556,50	343,50	-2,51	0,012

MM – łąkotka przysiodkowa, ML – łąkotka boczna, PCL – więzadło krzyżowe tylne, MCL – więzadło poboczne przysiodkowe, LCL – więzadło poboczne strzałkowe, SRU – staw rzepkowo udowy, MRI K – złamanie kości opisane w obrazie rezonansu magnetycznego, MRI KP – złamanie kości podchrzęstnej opisane w obrazie rezonansu magnetycznego.



Ryc. 2 Porównanie czasu powrotu do sportu ze względu na tenodezę.

Bardzo rzadko, by przy pomocy relacji dwóch zmiennych można wyjaśnić badany problem. Dlatego takie zagadnienia, jak czas powrotu do sportu po kontuzji, winny być wyjaśniane przy zastosowaniu analiz wielowymiarowych. Właściwym narzędziem w tym zakresie jest regresja wielokrotna. Dzięki jej zastosowaniu możemy uzyskać szereg interesujących nas informacji. Zastosowanie regresji umożliwia opis związków, jakie zachodzą pomiędzy predyktorami, a zmienną objaśnianą. Tą zmienną objaśnianą może być również wynik sportowy, wyrażony jako zmienna mierzona w skali mocnej.

W tabeli 16 przedstawiono parametry strukturalne modelu regresji oraz standaryzowane wartości współczynników β . Na podstawie obliczonych współczynników równania regresji (czwarta kolumna tabeli 13) możemy stwierdzić, że istotny wpływ na wydłużenie powrotu do sportu dla badanych osób posiadają takie cechy jak: czas od urazu do zabiegu oraz tenodeza boczna. Jeżeli wartość zmiennej czas od urazu do zabiegu wzrośnie o jeden punkt (o jedną jednostkę tej cechy) to wartość naszej objaśnianej zmiennej czas powrotu do sportu wzrośnie o 0,0057 punktu, przy założeniu, że pozostałe zmienne nie ulegną zmianie.

Tab. 16 Parametry strukturalne równania regresji dla zmiennej zależnej Czas powrotu do sportu.

N=67	b*	Bł. std. z b*	B	Bł. std. z b	t(64)	P
W. wolny			-124,0356	39,1541	-3,1679	0,0024
Tenodeza boczna	0,3563	0,1071	1,2826	0,3854	3,3281	0,0015
Czas od urazu do zabiegu [N – miesiące]	0,3737	0,1071	0,0057	0,0016	3,4911	0,0009

R= 0,52 R²= 0,27 Popraw. R²= 0,24; F(2,64)=11,631 p<0,00005 Błąd std. estymacji: 1,55

Na wyniki tabeli 16 można popatrzeć jeszcze inaczej, a mianowicie wyżej omawiane współczynniki β regresji cząstkowej odzwierciedlają czysty efekt każdej zmiennej, więc możemy te współczynniki porównywać ze sobą, aby określić względną istotność badanych zmiennych niezależnych. Ze względu jednak na to, że każda ze zmiennych mierzona jest w skali o różnej liczbie jednostek, aby można było je porównywać, należy zastosować metodę regresji standaryzowanej. Współczynniki β przedstawiono w kolumnie drugiej omawianej tabeli 16. Na ich podstawie możemy stwierdzić, że największy wpływ na wydłużenie czasu powrotu do sportu miała cecha czas od urazu do zabiegu. Na koniec omawiania wyników tabeli 16 należałoby zwrócić uwagę na wartości parametrów struktury stochastycznej równania regresji R i R² – umieszczonych pod tą tabelą. Współczynnik korelacji wielokrotnej R informuje, jaka jest łączna siła wpływu zmiennych objaśniających na Y. Z kolei R² wskazuje, że dla zmiennej endogenicznej czas powrotu do sportu tylko 24 % (24,0) zmienności zjawiska zostało wyjaśnione przez zmienne uwzględnione w modelu regresji. Zatem, w oparciu o skonstruowany model nie da się precyzyjnie prognozować czasu powrotu do sportu.

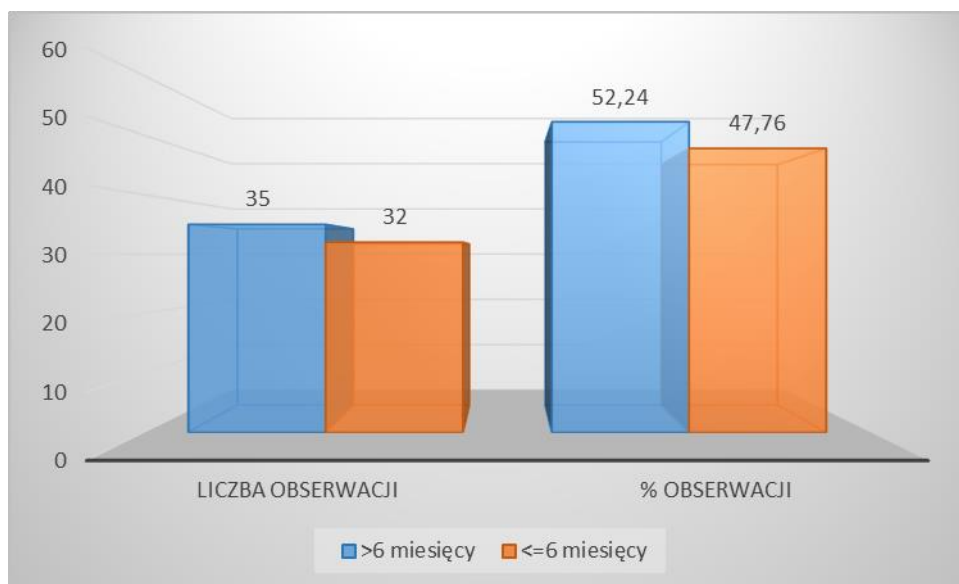
Każdy model regresji winien być poddany weryfikacji merytorycznej oraz statystycznej. W trakcie weryfikacji merytorycznej sprawdziliśmy, czy model spełnia nasze oczekiwania, czy poczynione założenia o modelu są spełnione oraz czy model jest zgodny z założeniami teorii, która posłużyła do jego budowy. Weryfikacja merytoryczna była połączona z weryfikacją statystyczną. Składają się na nią trzy testy sprawdzające:

- istotność parametrów modelu,
- istotność całego modelu,
- założenia metody najmniejszych kwadratów.

Ich sprawdzanie zaczniemy od testów istotności parametrów modelu powiązania pomiędzy zmiennymi. W tym celu należało sprawdzić hipotezę, że wartość współczynnika b_i jest zerowa $H_0: b_i = 0$, wobec hipotezy alternatywnej $H_1: b_i \neq 0$.

Hipoteza zerowa dla $i=1$ niesie niepewność, że dana zmienna X może nie wywierać wpływu na zmienną zależną Y . Chcielibyśmy odrzucić hipotezę zerową. Jeżeli tego nie będziemy mogli dokonać, oznaczać to będzie, że nie potrafimy metodami statystycznymi potwierdzić wpływu danej zmiennej X na zmienną Y . Należy podkreślić, że z tego nie wynika, że powiązanie pomiędzy tymi zmiennymi nie istnieje. Brak istotności może być spowodowany niską dokładnością lub złą jakością danych statystycznych. Jeżeli w trakcie weryfikacji hipotez odrzucimy hipotezę zerową na rzecz alternatywnej (H_1), to ocenę parametru należy uważać za statystycznie istotną. Oznacza ona, że dana zmienna X istotnie wpływa na zmienną zależną Y . W celu weryfikacji zastosowano test t-Studenta. Wartość sprawdzianu oraz poziom istotności znajdujemy w kolumnach 6 i 7 tabeli 16. Zwróćmy uwagę, że na ich podstawie możemy odrzucić H_0 dla wszystkich zmiennych X .

W kolejnych rozważaniach zmienną zależną czas powrotu do sportu przekształcono do skali nominalnej dychotomicznej.



Ryc. 3 Czas powrotu do sportu.

Czas powrotu do sportu powyżej 6 miesięcy miało 52,24% badanych.

Kolejne analizy miały na celu weryfikację czy tenodeza boczna była powiązana z czasem powrotu do sportu. W tym celu do weryfikacji powiązań zastosowano testy niezależności χ^2 .

Tab. 17 Podsumowująca tabela dwudzielcza: częstości obserwowane. Czas powrotu do sportu & tenodeza boczna.

Czas powrotu do sportu [N-miesiący]	TENODEZA BOCZNA		Wiersz
	NIE	TAK	Razem
>6 miesięcy	19	25	44
%kolumny	37,04%	62,50%	
<=6 miesięcy	8	15	23
%kolumny	62,96%	37,50%	
Ogół	27	40	67
$\chi^2=4,23$; $df=1$; $p=0,039$; $\tau b=0,25$			

Analiza wyników zawartych w tabeli 17 dała podstawy do odrzucenia hipotezy zerowej o niezależności analizowanych zmiennych i przyjęcia alternatywnej, że zmienne są zależne. Można zatem stwierdzić, że tenodeza boczna była istotnie statystycznie $p=0,039$ słabo $\tau b=0,25$ powiązana z czasem powrotu do sportu. Stwierdzono, że u pacjentów z tenodezą odsetek czasu powrotu do sportu powyżej 6 miesięcy, był wyższy 62,50%, niż u pacjentów u których nie było zastosowanej tenodezy 37,04%.

Z punktu widzenia analizy systemowej problemu badawczego, wartości zmiennych objaśniających powinny pozwalać przewidywać wartości zmiennej objaśnianej Y. Dlatego oprócz przewidywania konkretnej wartości zmiennej objaśnianej, interesująca jest również możliwość przyporządkowania obiektów do jednej z wyróżnionych klas. Traktujemy je jak modele (podsystemy), pozwalające na rozróżnienie odrębności w efektach zaawansowanego rozwoju zawodniczego. W tym celu stosujemy technikę analityczną, zwaną analizą dyskryminacyjną. Ta procedura prowadzi do uzyskania funkcji klasyfikacyjnych, które wykorzystane są przy identyfikacji nowych obiektów, nie należących do zbioru uczącego.

Badanych podzielono na 2 grupy, o zbliżonej liczebności (czas powrotu do sportu powyżej 6 miesięcy oraz poniżej 6 miesięcy).

Przy pomocy analizy dyskryminacyjnej postaramy się rozpoznać 2 grupy pacjentów. Po zastosowaniu krokowej procedury doboru zmiennych otrzymujemy ostateczny model analizy dyskryminacyjnej, który został przedstawiony w tabeli 18.

Tab. 18 Ostateczny model analizy dyskryminacyjnej przy wykorzystaniu 3 zmiennych (tenodeza, czas od urazu do zabiegu oraz rogów przednich łąkotec - CA) dla analizowanych pacjentów.

N=67	Lambda Wilksa	Cząstk. Wilksa	F usun. (1,63)	p	Toler.	1-Toler. (R-kwad)
Tenodeza boczna	0,833	0,939	4,058	0,048	0,995	0,005
CA	0,868	0,902	6,875	0,011	0,864	0,136
Czas od urazu do zabiegu [N- dni]	0,896	0,873	9,148	0,004	0,860	0,140

Lambda Wilksa: ,78247 przyb. F (3,63)=5,8383 p< ,0014

Tab. 19 Macierz klasyfikacji modelu analizy dyskryminacyjnej dla analizowanych pacjentów.

Grupa	Procent Poprawne	>6miesiący p=,52239	<=6miesiący p=,47761
>6 miesięcy	85,71429	30	5
<=6 miesięcy	56,25000	14	18
Razem	71,64179	44	23

Analizując tabelę 19, wiersze odpowiadają klasyfikacji rzeczywistej, natomiast kolumny – klasyfikacji uzyskanej z wykorzystaniem 3 zmiennych. Klasyfikator jest idealny wtedy, gdy tylko na głównej przekątnej są liczby różne od zera. W naszym przypadku model jest przeciętny większość pacjentów została zaklasyfikowana zgodnie ze swoim statusem rzeczywistym. Ogólna poprawność klasyfikacji jest dobra, gdyż wynosi 71,64%. Można zauważyć, że model lepiej klasyfikował pacjentów, u których czas powrotu do sportu wynosił powyżej 6 miesięcy.

Moduł analizy dyskryminacyjnej pozwala na wyliczenie funkcji klasyfikacyjnych. Mogą one być wykorzystane do przyporządkowania osób, które nie brały udziału w badaniach, do grup treningowych.

Tab. 20 Funkcje klasyfikacyjne; grupująca: Czas powrotu do sportu.

Zmienna	>6miesiący p=,52239	<=6miesiący p=,47761
Tenodeza boczna	439,9	438,7
CA	0,7	0,2
Czas od urazu do zabiegu [N-dni]	0,1	0,1
Stała	-22381,2	-22265,0

CA – róg przedni

W tabeli 20 przedstawieni zawodnicy są klasyfikowani według największego prawdopodobieństwa w danym wierszu. Prawdopodobieństwa w główce tablicy oznaczają, że w zbiorze uczącym mieliśmy 52,24% obiektów grupy 1 oraz 47,74% obiektów z grupy 2.

Funkcje klasyfikacyjne mogą być bezpośrednio wykorzystane do obliczenia wartości klasyfikacyjnych dla nowych obserwacji. Obiekt jest przyporządkowywany do tej grupy, dla której ma najwyższą wartość klasyfikacyjną.

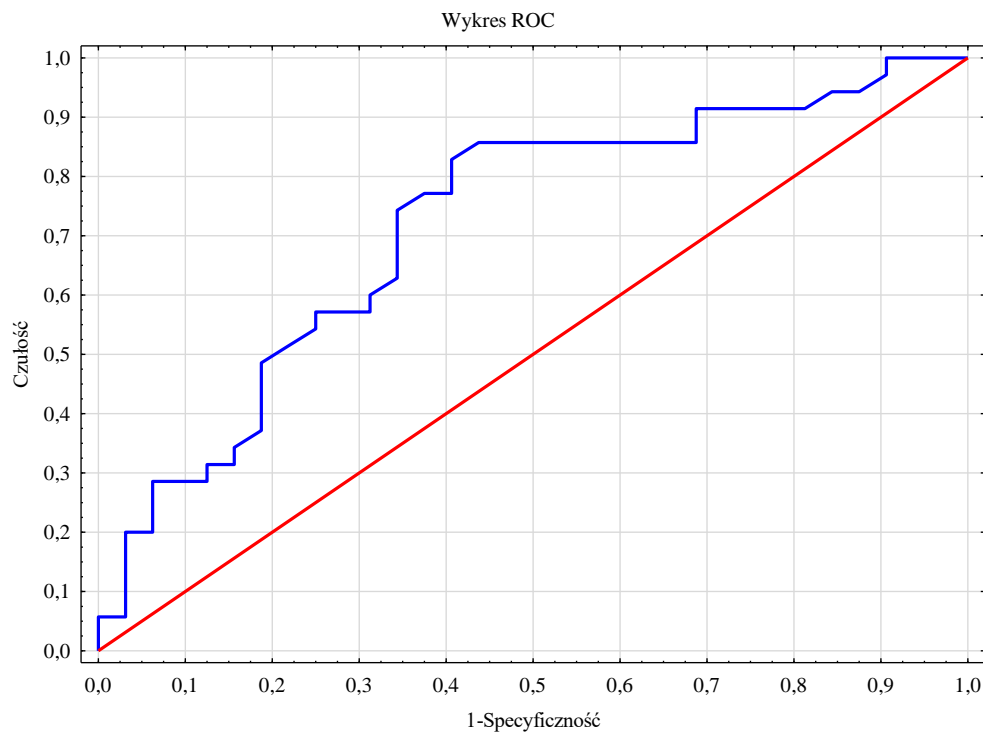
W kolejnych analizach zastosowano regresję logistyczną, w której poszukiwano zmiennych, które wpływają na prawdopodobieństwo pojawienia się czasu powrotu do sportu powyżej 6 miesięcy.

Tab. 21 Czas powrotu do sportu - Oceny parametrów. Rozkład: DWUMIANOWY, F. wiążąca: LOGIT. Modelowane prawdopodobieństwo Czas powrotu do sportu = >6 miesięcy.

Efekt	Pozio m Efekt	Kolumn a	Ocen a	Standar d Błąd	Wald a Stat.	P	Iloraz szans	Ufność 95%	OR	Ufność 95%	OR
Wyraz wolny		1	-1,118	0,498	5,038	0,025	0,327	0,123		0,868	
Tenodeza boczna	TAK	2	1,070	0,539	3,944	0,047	2,915	1,014		8,381	
Czas od urazu do zabiegu [N- dni]		3	0,006	0,003	3,966	0,046	1,006	1,000		1,012	

Zastosowanie tenodezy bocznej prawie trzykrotnie podnosi prawdopodobieństwo wystąpienia czasu powrotu do sportu powyżej 6 miesięcy, w modelu wielowymiarowym

regresji logistycznej. Prawdopodobieństwo wystąpienia czasu powrotu do sportu powyżej 6 miesięcy podnosi również analizowany czas od urazu do zabiegu, w przypadku zwiększania czasu oczekiwania o 10 dni, prawdopodobieństwo powrotu do sportu powyżej 6 miesięcy rośnie o 6%. Analiza dobroci dopasowania modelu do danych w postaci testu Hosmera Lemeshowa = 13,30 poziom $p = 0,11$ oraz pola powierzchni pod krzywą $AUC = 0,72$ pozwala na stwierdzenie, że nie ma podstaw do wniosku, że model jest źle dopasowany, co potwierdza również poniższa interpretacja w postaci krzywej ROC. Wynik testu Hosmera-Lemeshowa wskazuje na brak istotności ($p = 0.11$). Przy czym, w przypadku testu Hosmera-Lemeshowa należy pamiętać, że brak istotności jest pożądany, bo wskazuje na podobieństwo licznosci obserwowanych i prawdopodobieństwa przewidywanego.



Ryc. 4 Krzywa ROC.

Tab. 22 Korelacja porządku rang Spearmana. Region uszkodzenia & sen.

Para zmiennych	N Ważnych	R Spearman	t(N-2)	p
F REGION A & Wywiad lekarski dotyczący snu	67	0,13	1,10	0,28
F REGION A & Suma sen	67	-0,07	-0,58	0,56
F REGION C & Wywiad lekarski dotyczący snu	67	-0,11	-0,92	0,36
F REGION C & Suma sen	67	-0,16	-1,32	0,19
F REGION P & Wywiad lekarski dotyczący snu	67	0,04	0,34	0,73
F REGION P & Suma sen	67	-0,06	-0,47	0,64
T REGION A & Wywiad lekarski dotyczący snu	67	0,02	0,12	0,90
T REGION A & Suma sen	67	-0,20	-1,61	0,11
T REGION C & Wywiad lekarski dotyczący snu	67	0,00	0,02	0,98
T REGION C & Suma sen	67	-0,01	-0,12	0,91
T REGION P & Wywiad lekarski dotyczący snu	67	0,04	0,35	0,72
T REGION P & Suma sen	67	-0,17	-1,36	0,18

Suma sen - suma odpowiedzi na pytania dotyczących snu z wywiadu lekarskiego.

Analiza wyników zawarta w tabeli 22 dała podstawy do stwierdzenia, że suma parametrów dotyczących jakości snu, nie była istotnie powiązana ze zmiennymi zależnymi $p > 0,05$, czyli nasileniem urazu w poszczególnych regionach kolana.

Tab. 23 Podsumowująca tabela dwudzielcza: częstości obserwowane. Czas powrotu do sportu & Czas od urazu do zabiegu [faza].

Czas powrotu do sportu	Czas od urazu do zabiegu [faza]			Wiersz Razem
	ostra do 14 dni	podostra powyżej 14 - 42 dni	przewlekła powyżej 42 dni	
>6 miesięcy	1	11	23	35
%kolumny	12,50%	55,00%	58,97%	
<=6 miesięcy	7	9	16	32
%kolumny	87,50%	45,00%	41,03%	
Ogół	8	20	39	67
$\chi^2=6,39$; $df=2$; $p=0,041$; $V_c=0,25$				

Analiza wyników zawartych w tabeli 23 dała podstawy do odrzucenia hipotezy zerowej o niezależności analizowanych zmiennych i przyjęcia alternatywnej, że zmienne są zależne. Można zatem stwierdzić, że czas od urazu do zabiegu był istotnie statystycznie $p=0,041$ słabo $V_C=0,25$ powiązany z czasem powrotu do sportu. Stwierdzono, że wraz z wrastającym czasem od urazu do zabiegu, rosły odsetki zawodników mających czas powrotu do sportu powyżej 6 miesięcy.

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wielokierunkowe spojrzenie na ścieżkę diagnostyki, operacji i usprawniania pacjenta ma prewencyjny charakter w świetle uzyskanych wyników. Z perspektywy rodzaju uszkodzeń, obranego toku specjalistycznego postępowania jak i opracowania różnych zbiorów danych przypisanych określonej etapowi postępowania, zasadne wydaje się uwzględnienie końcowych wniosków w praktyce leczenia sportowca po zerwaniu WKP. Analizowane dane, na podstawie których powstały prezentowane wnioski, są sumą cech indywidualnych, co pozwala wskazać na spersonalizowany model opieki nad zawodnikiem. Profilowanie indywidualnych potrzeb i zachowań dokonywane przez osobę zarządzającą ścieżką pacjenta, umożliwia przewidywanie powikłań lub efektów ubocznych leczenia oraz w czytelny sposób wyznacza kierunek radzenia sobie z nimi. Brak jednolitych i bezpiecznych kryteriów powszechnie obowiązujących, dopuszczających do powrotu do sportu po urazie, inspirowane do tworzenia modeli zunifikowanego postępowania opartego na zróżnicowanych algorytmach opisujących rzeczywiste uszkodzenia. Modułowe postępowanie ze sportowcem po urazie od czasu jego przyjęcia, do etapu zakończenia leczenia, wymaga również konsekwentnej komunikacji pomiędzy osobami odpowiedzialnymi za nadzór nad poszczególnymi fazami procesu. Pozwala to nie tylko zmniejszyć odsetek niezadowolających efektów leczenia, ale również zredukować nakłady ekonomiczne na poniesione leczenie. Pomimo, że etapowość postępowania jest opisywana jednostkami czasu, to dominujące w dopuszczeniu do następnych zadań w powrocie do sportu, powinny być kryteria jakości ruchu realizowanego przez osobę leczoną.

Z tych powodów współczesne leczenie to nie tylko wykorzystanie nowoczesnych narzędzi diagnostyki i technik operacyjnych, ale również organizowanie procesu diagnostyczno-terapeutycznego tworzącego inteligentny szpital. Zarządzanie drogą pacjenta przez poszczególne moduły następujące w celowy sposób po sobie, zwiększa prawdopodobieństwo osiągnięcia zadowalającego końcowego efektu leczniczego. Zadanie to powinno być powierzone osobom lub zespołom osób do tego przygotowanym, przez wcześniejsze poznanie zagadnień realizowanych na poszczególnych etapach toczącego się postępowania medycznego. Planowe, celowe i kontrolowane postępowanie, zwiększa pewność pacjenta, dając mu poczucie bezpieczeństwa. W takim kompleksowym podejściu określa się rolę osoby leczonej, jako aktywnego współuczestnika przekonanego do proponowanych form leczenia wraz ze współodpowiedzialnością przez realizację przynależnych zadań za końcowy efekt powrotu do sportu, na bazie wypracowanej sprawności fizycznej.

Osiągnięcie powrotu do sportu nie jest jednorazowym przyzwoleniem, tylko stanem ciągłego wymagania zawodnika wobec siebie, utrzymanie dyscypliny treningowej wpisanej w życie codzienne, w celu uniknięcia ponownego urazu, pod postacią zerwania odtworzonego więzadła i uszkodzenia innych struktur.

Powyższe rozważania pozwoliły na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Rozszerzenie operacji o tenodezę boczną wydłuża powrót do sportu powyżej zakładanego czasu 6 miesięcy.
2. Towarzyszące zerwaniu WKP uszkodzenia łąkotek opóźniają powrót do sportu powyżej 6 miesięcy.
3. Opóźnienie wykonania zabiegu operacyjnego wydłuża czas powrotu do sportu.
4. Analiza statystyczna nie potwierdziła, iż jakość snu wpływa na czas powrotu do sportu.

PIŚMIENICTWO

1. Alonso J, Malig S, Fontboté C, Azar C, Vergara F, Yáñez R. (2019). Return to Play after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction among Amateur Soccer Players. *Rev. Chil. de Ortop. y Traumatol*, 60(02): 035-038.
2. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. (2014). Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med*, 48(21): 1543-52.
3. Brinlee AW, Dickenson SB, Hunter-Giordano A, Snyder-Mackler L. (2022). ACL Reconstruction Rehabilitation: Clinical Data, Biologic Healing, and Criterion-Based Milestones to Inform a Return-to-Sport Guideline. *Sports Health*, 14(5): 770-779.
4. Chung N, Park MY, Kim J, Park HY, Hwang H, Han JS, So J, Park J, Lim K. (2018). Non-exercise activity thermogenesis (NEAT): a component of total daily energy expenditure. *J Exerc Nutrition Biochem*, 22(2), 23–30.
5. Delvaux F, Rochcongar P, Bruyere O, Bourlet G, Daniel C, Diverse P, Reginster JY, Croisier JL. (2016). Return To Play Criteria After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Actual Medicine Practice In Professional Soccer Teams. *Football Medicine Strategies – Return To Play Conference*, 49-50. (informacja personalna)
6. Faleide AGH, Magnussen LH, Strand T, Bogen BE, Moe-Nilssen R, Mo IF, Vervaat W, Inderhaug E. (2021). The Role of Psychological Readiness in Return to Sport Assessment After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med*, 49(5): 1236-1243.
7. Harris JD, Abrams GD, Bach BR, Williams D, Heidloff D, Bush-Joseph CA, Verma NN, Forsythe B, Cole BJ. (2014). Return to sport after ACL reconstruction. *Orthopedics*, 37(2): e103-8.
8. Lentz TA, Zeppieri G. Jr, Tillman SM, Indelicato PA, Moser MW, George SZ, Chmielewski TL. (2012). Return to preinjury sports participation following anterior cruciate ligament reconstruction: contributions of demographic, knee impairment, and self-report measures. *J Orthop Sports Phys Ther*, 42(11): 893-901.
9. Manoy P, Yuktanandana P, Tanavalee A, Anomasiri W, Ngarmukos S, Tanpowpong T, Honsawek S. (2017). Vitamin D Supplementation Improves Quality of Life and Physical Performance in Osteoarthritis Patients. *Nutrients*. 26(9): 799.

10. Rizzato A, Marcolin G, Paoli A. (2022). Non-exercise activity thermogenesis in the workplace: The office is on fire. *Front Public Health*, 10, 1024856.
11. Zaffagnini S, Grassi A, Marcheggiani Muccioli GM, Tsapralis K, Ricci M, Bragonzoni L, Della Villa S, Marcacci M. (2014). Return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction in professional soccer players. *Knee*, 21(3): 731-5.
12. Zhang S, Miller DD, Li W. (2021b). Non-Musculoskeletal Benefits of Vitamin D beyond the Musculoskeletal System. *Int J Mol Sci*, 22(4): 212.