

Szulc A., Wojtasik W., Motyka M., Kołodziejczyk M. Oprogramowanie „Multi-Joint Export” – wsparcie eksportu danych dla Biodex Multi-Joint System="Multi-Joint Export" software - support export data for Biodex Multi-Joint System device. *Journal of Education, Health and Sport*. 2016;6(5):433-444. eISSN 2391-8306.

DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.59358>

<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/3722>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 755 (23.12.2015).
755 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Author (s) 2016;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 05.05.2016. Revised 25.05.2016. Accepted: 25.05.2016.

Oprogramowanie „Multi-Joint Export” – wsparcie eksportu danych dla Biodex Multi-Joint System

"Multi-Joint Export" software - support export data for Biodex Multi-Joint System device

Adam Szulc¹⁾, Wojciech Wojtasik²⁾, Miłosz Motyka³⁾, Michał Kołodziejczyk¹⁾

- 1) Instytut Kultury Fizycznej, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy
- 2) Inżynieria Biomedyczna, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J. J. Śniadeckich w Bydgoszczy,
- 3) Wydział Inżynierii Łądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska

Abstract

Modern research biomechanical patients or athletes require high quality measurement equipment, the user-friendly for the investigator and the person examined. In the field of production equipment for the measurement of torque, the undisputed leader is the company Biodex Medical Systems, Inc., Shirley, New York, USA. Their flagship device is the Biodex System 4 Pro to assess and neuromuscular training different muscle groups. The device has proved its usefulness in both research and in rehabilitation. A drawback of the device was attached to the device software Biodex Advantage through which it was impossible to make a comprehensive export measurement data into a spreadsheet. Only last year, the company Biodex introduced software Multi-Joint Export, which is fully compatible with the capabilities of measuring devices isokinetic Biodex System.

Abstrakt

Współczesne badania biomechaniczne w medycynie i w sporcie wymagają zastosowania wysokiej klasy sprzętu pomiarowego, przyjaznego w obsłudze, eksporcie danych oraz o wysokiej powtarzalności pomiarów. W dziedzinie produkcji sprzętu do pomiarów dynamometrycznych w rehabilitacji i sporcie, niekwestionowanym liderem jest firma Biodex

Medical Systems, Inc., Shirley, New York, USA. Ich sztandarowym urządzeniem jest Biodex System 4 Pro służące do oceny i treningu nerwowo-mięśniowego różnych grup mięśniowych. Urządzenie udowodniło swoją przydatność zarówno w badaniach naukowych jak i w rehabilitacji. Mankamentem tego urządzenia było dołączone do urządzenia oprogramowanie Biodex Advantage, za pomocą którego nie można było dokonać kompleksowego eksportu danych pomiarowych do arkusza kalkulacyjnego. Dopiero, w ubiegłym roku firma Biodex wprowadziła na rynek oprogramowanie Multi-Joint Export, które jest w zakresie eksportu danych w pełni kompatybilne z możliwościami pomiarowymi urządzenia izokinetycznego Biodex System.

Słowa kluczowe: Biodex System, eksport danych, oprogramowanie Multi-Joint Export , szczegółowy raport, izokinetyka

Keyword: Biodex System, data export, Multi-Joint Export software, comprehensive evaluation, isokinetic

Wstęp

Biodex Medical Systems Inc. jest firmą z 60 letnim stażem w dziedzinie projektowania i produkcji urządzeń wspomagających rehabilitację oraz umożliwiających wykonywanie pomiarów biomechanicznych. Sztandarowym urządzeniem tej firmy jest Biodex System 4 Pro, który służy do oceny i treningu nerwowo-mięśniowego różnych grup mięśniowych. Urządzenie umożliwia pracę w trybie izometrycznym, izotonicznym (koncentrycznym i ekscentrycznym), izokinetycznym (ekscentrycznym i koncentrycznym), a także w ruchu biernym. Badanie obejmować może staw kolanowy, barkowy, łokciowy, nadgarstkowy, skokowy, biodrowy. Pomimo potwierdzonej wieloma publikacjami naukowymi przydatności urządzenia, zarówno w rehabilitacji jak i w badaniach naukowych, urządzenie miało swoje wady, do których należały: dobór niektórych pozycji rehabilitacyjno-pomiarowych oraz eksport danych. Załączone do urządzenia oprogramowanie Biodex Advantage umożliwiała pełną archiwizację danych, jednak eksport danych w celu analizy statystycznej był mocno ograniczony, co w praktyce przekładało się na manualne przepisywanie danych końcowych prezentowanych w tabeli pn.: „szczegółowy raport”. Sytuację poprawiła, ostatnio oddana do użytku, aplikacja Multi-Joint Export.

Prezentacja i eksport wyników w Biodex System

Najczęściej spotykanymi pomiarami biomechanicznymi wykonywanymi z wykorzystaniem Biodex System 4 Pro są pomiary w trybie izokinetycznym oraz izometrycznym (Perrin et al., 1987; Davies 1992; DeVita & Hortobagyi, 2001; Grygorowicz et.al., 2010;. Saenz et al., 2010; Brughelli et. al., 2010; Zawadzki et al., 2010; Lockie et al., 2012; Amaral et al. 2014). W trybie izokinetycznym i izometrycznym najwięcej badań dotyczy ruchu w stawie kolanowym i związanymi z nim mięśniami czworogłowym i dwugłowym uda. Praca w trybie izokinetycznym dla stawu kolanowego wykonywana jest najczęściej z szybkościami kątowymi: 60, 120, 180, 240 i 300 stopni/sekundę. W trybie izometrycznym pomiar MVC odbywa się najczęściej dla kątów 90 i 60 stopni. Wyniki pomiaru wykonanego w trybie izokinetycznym prezentowane są, w najpełniejszy sposób, za pomocą tabeli pn. szczegółowy raport (comprehensive evaluation). Tabela ta posiada metryczkę (ryc. 1) z informacjami o osobie badanej (nazwisko, imię, masa ciała, płeć), podaje informacje: o fakcie włączenia podczas analizy danych tzw. okienkowania (windowing), użytej korekcji dotyczącej wpływu grawitacji (GET) na wartość momentu siły podczas ruchu zgodnie i przeciw sile grawitacji oraz podaje informacje o formie wymuszonego skurczu (contraction), który może być np. w postaci CON/CON (CON – skurcz koncentryczny). Ważną informację stanowi zastosowana forma wzorca ruchowego (pattern), który w przypadku stawu kolanowego jest: prostowaniem (extension) i zginaniem (flexion).

Comprehensive Evaluation			
Name:	Piotr Adaszynski	Session:	11/10/2015 7:47:25 AM
ID:	GU21-7	Involved:	None
Birth Date:	12/11/1996 (M/d/yyyy)	Clinician:	
Ht:	166,8	Referral:	
Wt:	64.0	Joint:	Knee
Gender:	Male	Diagnosis:	
Windowing:	None	Protocol:	Isokinetic Bilateral
Pattern:	Extension/Flexion	Mode:	Isokinetic
Contraction:	CON/CON	GET:	24 N-M at 20 Degrees

Rycina 1. Metryczka tabeli „szczęgółowy raport” z informacją o pacjencie oraz charakterystyce badania

Prezentacja wyników badań posiada wiele przydatnych parametrów informujących o cechach biomechanicznych badanej grupy mięśniowej. Dane te zebrane są w formie czterech kolumn, np. osobno dla prostowania i osobno dla zginania. Zarówno dla prostowania jak i zginania dane prezentowane są z rozróżnieniem kończyny prawej i lewej z jednoczesną informacją czy dana strona jest obciążona urazem lub bólem (involved) – rycina 2.

EXTENSION 60 DEG/SEC				FLEXION 60 DEG/SEC			
# OF REPS: Right 4		UNINVOL	INVOLVED	DEFICIT	UNINVOL	INVOLVED	DEFICIT
# OF REPS: Left 4		RIGHT	LEFT		RIGHT	LEFT	
PEAK TORQUE	N-M	188.3	200.9	-6.7	111.9	104.8	6.3

Rycina 2. Podział tabeli „szczegółowy raport” na kolumny: extension (right/uninvolved, left/involved); flexion (right/uninvolved, left/involved) oraz deficit – różnica pomiędzy wartościami uzyskanymi dla np. prawej i lewej kończyny

Rycina 3, prezentuje ciąg dalszy tabeli „szczegółowy raport”, w której kolejno wierszami prezentowane są wyniki dotyczące uzyskanego podczas badania: szczytowego momentu siły (peak torque - PK TQ), szczytowego momentu siły względem masy ciała (PK TQ/BW), czasu potrzebnego do osiągnięcia szczytowego momentu siły (TIME to PK TQ), wartość kąta (w stopniach), przy którym, dla danego zakresu ruchu, osiągana jest szczytowa wartość momentu siły (ANGLE of PK TQ), wartość momentu siły dla 30 stopni (TORQ@30 DEG), wartość momentu siły po czasie 0.18 sekundy od rozpoczęcia ruchu (TORQ@0.18 sec), współczynnik zmienności szczytowego momentu siły pomiędzy poszczególnymi powtórzeniami (COEFF. OF VAR), najwyższej wartości pracy wykonanej podczas wszystkich powtórzeń (MAX REP TOT WORK), numer powtórzenia dla którego uzyskano maksymalną wartość pracy (MAX WORK REP#), szczytowa wartość pracy względem masy ciała (WORK/BODY WEIGHT), wartość wykonanej pracy (TOTAL WORK), wartość wykonanej pracy podczas pierwszych 30% zakresu ruchu (WORK FIRST THIRD), wartości wykonanej pracy podczas ostatnich 30% zakresu ruchu (WORK LAST THIRD), praca zmęczenia (WORK FATIGUE), wartość mocy średniej (AVG. POWER), czas niezbędny do osiągnięcia szybkości izokinetycznej (ACCELERATION TIME), czas niezbędny do zatrzymania kończyny lub zmiany kierunku ruchu kończyny (DECELERATION TIME), zakres kątowy ruchu kończyny (ROM), średnia szczytowa wartość momentu siły (AVG PEAK TQ), stosunek agonistów do antagonistów (AGON/ANTAG RATIO).

Do niedawna prezentacja wyników badania/rehabilitacji oraz eksport danych Systemu Biodex 4 Pro odbywały się wyłącznie poprzez oprogramowanie Biodex Advantage. Otrzymane podczas badania dane dotyczące wyżej wymienionych cech biomechanicznych można było umieścić w arkuszu kalkulacyjnym przepisując je ręcznie z tabeli prezentowanej na rycinie 3 lub, dla niektórych danych, eksportować je do arkusza kalkulacyjnego za pomocą funkcji „Log to File”. „Log to File” pozwala na eksport danych ASCII dla poszczególnych stron (prawa, lewa) oraz dla zaprogramowanych szybkości kątowych, wyświetlając następujące

wartości: czas (mikrosekundy), moment siły (Nm), pozycja ramienia dynamometru (stopnie) szybkość kątowna (stopnie/s) dla punktów zakresu kątownego oddalonych od siebie o 10 ms. Do niedawna wyniki zamieszczone w pliku z „Log to File” stanowiły jedyną informację którą można eksportować do arkusza kalkulacyjnego np. Excela, która jednak nie ukazywała wszystkich wyników zawartych na rycinie 3. Na rycinie 4 pokazano przykładowy plik w postaci danych eksportowych uzyskanych za pomocą „Log to File”.

		EXTENSION 60 DEG/SEC			FLEXION 60 DEG/SEC		
# OF REPS: Right 4		UNINVOL	INVOLVED	DEFICIT	UNINVOL	INVOLVED	DEFICIT
# OF REPS: Left 4		RIGHT	LEFT		RIGHT	LEFT	
PEAK TORQUE	N-M	188.3	200.9	-6.7	111.9	104.8	6.3
PEAK TQ/BW	%	294.1	313.8		174.8	163.7	
TIME TO PK TQ	MSEC	320.0	320.0		380.0	290.0	
ANGLE OF PK TQ	DEG	68.0	71.0		44.0	34.0	
TORQ @ 30.0 DEG	N-M	74.9	49.1	34.5	88.8	91.7	-3.3
TORQ @ 0.18 SEC	N-M	174.2	181.7	-4.3	100.7	88.6	12.0
COEFF. OF VAR.	%	1.4	3.7		2.2	5.3	
MAX REP TOT WORK	J	162.0	155.3	4.1	102.0	98.7	3.2
MAX WORK REP #	#	1	1		1	3	
WRK/BODYWEIGHT	%	253.0	242.6		159.4	154.3	
TOTAL WORK	J	637.5	581.0	8.9	397.7	347.4	12.6
WORK FIRST THIRD	J	209.5	220.5		129.0	123.3	
WORK LAST THIRD	J	185.5	155.8		122.4	99.8	
WORK FATIGUE	%	11.4	29.3		5.1	19.1	
AVG. POWER	WATTS	136.2	137.4	-0.8	86.3	81.6	5.5
ACCELERATION TIME	MSEC	20.0	30.0		30.0	40.0	
DECELERATION TIME	MSEC	50.0	40.0		50.0	50.0	
ROM	DEG	74.4	71.3		74.4	71.3	
AVG PEAK TQ	N-M	184.9	192.6		108.1	103.5	
AGON/ANTAG RATIO	%	59.4	52.2	G: 61.0			

Rycina 3. Wyniki pomiaru izokinetycznego zawarte w tabeli „szczegółowy raport”

Name
11/10/2015 7:47:25 AM
Set #1

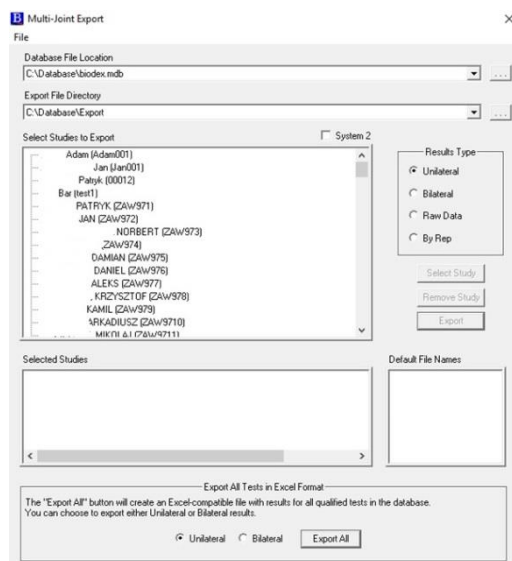
TIME mSec	TORQUE N-M	POSITION Degrees	POS (ANAT) Degrees	VELOCITY DEG/SEC
0	0.0	164.2	90	0.0
10	1.8	164.2	90	1.3
20	1.9	164.2	90	1.5
30	2.0	164.2	90	2.3
40	2.2	164.1	90	2.9
50	3.9	164.1	90	4.7
60	8.4	164.0	90	6.3
70	16.4	163.9	89	10.1
80	18.0	163.8	89	21.5
90	20.9	163.5	89	31.4
100	23.6	163.1	89	43.9
110	25.9	162.6	88	57.7
120	38.2	162.1	88	64.9
130	48.8	161.5	87	65.4
140	62.6	160.9	86	60.1
150	69.6	160.3	86	60.4

Rycina 4. Fragment danych wyników generowanych w oparciu o funkcję „Log to File”

Forma cyfrowej prezentacji danych zilustrowana ryciną 4 była mało przejrzysta, wymagała pracy na kilku tysiącach wierszy, i co bardzo ważne były to dane surowe. W odróżnieniu od danych wygenerowanych za pomocą „Log to File”, w tabeli ukazanej na ryc. 3 generowane były wyniki filtrowane oraz po zaznaczeniu odpowiedniej opcji – okienkowane (isokinetic window). Funkcja „Log to File” uniemożliwiała wykonanie okienkowania i filtrowania danych, co prowadziło do znacznych rozbieżności w wynikach prezentowanych na ryc. 3. W praktyce dane uzyskane z „Log to File” były mało przydatne, a wymagane wyniki badania należało ręcznie przenieść do arkusza kalkulacyjnego z tabeli kompleksowa ocena, co przy dużej liczbie pacjentów stanowiło niemały wysiłek.

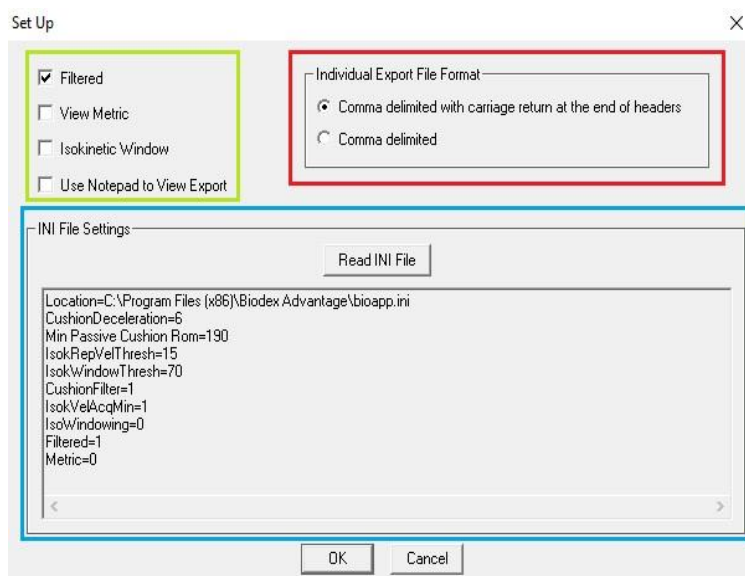
W ostatnim czasie firma BIODEX udostępniła użytkownikom stanowiska dynamometrycznego Biodex System aplikację Multi-Joint Export wraz z makrem Rehab Exported Data Parser (ryc. 7), które umożliwiają eksport i prezentację danych kompatybilnych z danymi zawartymi na rycinie 3. Aplikacja jest dostępna pod adresem https://dl.dropboxusercontent.com/u/8097386/Biodex/Multi-Joint_setup_1.3%20%281%29.rar. Rycina 5 przedstawia panel eksportu danych z rozszerzeniem *.mdb – pole: database file location. Aplikacja ta oraz dołączone do niej makro w znaczący sposób ułatwiają i przyspieszają pracę nad statystycznym opracowaniem wyników z przeprowadzonych badań. Oprogramowanie to pozwala na m. in. na przedstawienie danych w surowej postaci oraz na zastosowanie filtrowania i okienkowania danych (ryc. 6). Aplikacja Multi-Joint Export eksportuje do arkusza kalkulacyjnego wyniki w

formacie *.csv dla badania jednostronnego (unilateral), dwustronnego (bilateral) – (ryc. 7- pole: „export all tests in excel format”). W przypadku starszych systemów izokinetycznych Biodex aplikacja umożliwi eksport danych po zaznaczeniu opcji System 2.



Rycina 5. Panel główny aplikacji Multi-Joint Export umożliwiający wybór eksportowanej bazy danych, typ badania np. jednostronne, dwustronne, wybór pojedynczego pacjenta (select study, results type) lub wszystkich badanych (export all)

Filtrowanie, okienkowanie oraz wybór jednostek miary (metryczne – układ jednostek SI lub anglosaskie) dostępne są w lewym górnym narożniku panelu głównego – menu File (Set up). Wybór jednostek metrycznych, spowoduje, że w zakładce BIForm makra Rehab Exported Data Parser pojawią się niutony oraz metry (ryc. 11).




Rycina 6. Okno „set up” umożliwia edycję opcji modyfikujących eksportowane dane


Options Panel


×


BIODEX

Rehab Exported Data Parser

 Clear All


 Save As-Is


 Exit (No Save)

 Help

C:\Temp\dbexport_bilat.csv

Source (C:\Temp*.csv)

 Pick File

 Parser

Metric

Selected File Units

Rev: 3.5 - May 22, 2014

Rycina 9. Formularz makra Rehab Exported Data Parser

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Opt Panel	LAST NAME	FIRST NAME	ID NUM	TEST DATE	PROTOCOL	JOINT	PATTERN	MODE	CONTRACT	DIAGNOSIS
1	View Form										
53			NORBERT	ZAW973	1/19/15	KneeSzulcAwayToward	Knee	EXT/FLX	ISOM	AGONIST/ANTAGONIST	
54			NORBERT	ZAW973	1/19/15	KneeSzulcAwayToward	Knee	EXT/FLX	ISOM	AGONIST/ANTAGONIST	
55			NORBERT	ZAW973	1/19/15	KneeSzulcAwayToward	Knee	EXT/FLX	ISOM	AGONIST/ANTAGONIST	
56			DAMIAN	ZAW974	6/3/14	KneeSzulcAwayToward	Knee	EXT/FLX	ISOM	AGONIST/ANTAGONIST	
57			DAMIAN	ZAW974	6/3/14	KneeSzulcAwayToward	Knee	EXT/FLX	ISOM	AGONIST/ANTAGONIST	
58			DAMIAN	ZAW974	6/3/14	KneeSzulcAwayToward	Knee	EXT/FLX	ISOM	AGONIST/ANTAGONIST	
59			DAMIAN	ZAW974	6/7/14	KneeSzulcCC	Knee	EXT/FLX	ISOK	CON/CON	
60			DAMIAN	ZAW974	6/7/14	KneeSzulcCC	Knee	EXT/FLX	ISOK	CON/CON	
61			DAMIAN	ZAW974	6/7/14	KneeSzulcCC	Knee	EXT/FLX	ISOK	CON/CON	
62			DAMIAN	ZAW975	6/4/14	KneeSzulcAwayToward	Knee	EXT/FLX	ISOM	AGONIST/ANTAGONIST	
63			DAMIAN	ZAW975	6/4/14	KneeSzulcAwayToward	Knee	EXT/FLX	ISOM	AGONIST/ANTAGONIST	
64			DAMIAN	ZAW975	6/4/14	KneeSzulcAwayToward	Knee	EXT/FLX	ISOM	AGONIST/ANTAGONIST	
65			DAMIAN	ZAW975	6/7/14	KneeSzulcCC	Knee	EXT/FLX	ISOK	CON/CON	
66			DAMIAN	ZAW975	6/7/14	KneeSzulcCC	Knee	EXT/FLX	ISOK	CON/CON	
67			DAMIAN	ZAW975	6/7/14	KneeSzulcCC	Knee	EXT/FLX	ISOK	CON/CON	
68			DAMIAN	ZAW975	1/20/15	KneeSzulcCC	Knee	EXT/FLX	ISOK	CON/CON	
69			DAMIAN	ZAW975	1/20/15	KneeSzulcCC	Knee	EXT/FLX	ISOK	CON/CON	
70			DAMIAN	ZAW975	1/20/15	KneeSzulcCC	Knee	EXT/FLX	ISOK	CON/CON	

UNIForm BIForm Front **BICSV** UNICSV

Rycina 10. Zakładka w Excelu z wynikami badania dwustronnego (BICSV) – dla wszystkich badanych zawiera komplet wyników zgodnych z tabelą „szczegółowy raport”, otrzymanych podczas badania izokinetycznego

Po zaznaczeniu jednego z wierszy na rycinie 10, jest możliwe wygenerowanie tabeli wyników dla wybranego badania pojedynczego pacjenta. Przykładowa tabela wyników została zaprezentowana na rycinie 11.

Last Name		Test Date:	6/7/14	Protocol:	KneeSzulcCC		
First Name	MIKOLAJ	GET:	21	Pattern:	EXT/FLX		
ID Number	ZAW9711	Joint:	Knee	Mode:	ISOK		
Weight:		Diagnosis:		Contraction:	CON/CON		
Referral:		Max ROM Right:	109.4	Involved Side:			
Clinician:		Max ROM Left:	100.1	Reps:	4		
				Set #:	2		
		EXTENSION			FLEXION		
		180 DEG/SEC			180 DEG/SEC		
		RIGHT	LEFT	DEFICIT	RIGHT	LEFT	DEFICIT
Peak Torque	N/Meter	183.7	145	21.1	101.1	35.7	64.7
Peak TQ/BW	%	223.6	176.4		123	43.5	
Time to PK TQ	Msec	250	330		360	320	
Angle of PK TQ	Degrees	65	53		52	49	
Torque @ 30.0°	N/Meter	138.9	132.6	4.6	93.6	21.5	77
Torque @ 0.18 sec	N/Meter	167	105.5	36.8	77.2	23.7	69.3
Coeff. Of Variance	%	36.4	34.6		24.6	60.8	
Max Rep Tot Work	N/Meter	244.2	179.9	26.3	141.8	41.2	71
Max Work Rep #	#	4	4		3	4	
Wrk/Body Weight	%	297.2	218.9		172.6	50.1	
TOTAL WORK	N/Meter	743.5	500.7	32.7	462.3	98.4	78.7
Work First Third	N/Meter	236.1	110.7		85.2	2.3	

Rycina 11. Zakładka w Excelu z wynikami badania dwustronnego (BIForm) – formularz zgodny z tabelą „szczegółowy raport”, otrzymanych podczas badania izokinetycznego

Mankamentem widocznym na ryc. 11, są jednostki metryczne, które dla szczytowego momentu siły oraz pracy powinny być zaprezentowane jako iloczyn, a nie iloraz niutona oraz metra.

Podsumowanie

Urządzenie do oceny i treningu nerwowo-mięśniowego różnych grup mięśniowych firmy Biodex, pozwala na wykonywanie powtarzalnych pomiarów biomechanicznych i sesji rehabilitacyjnych. Stanowi ono doskonale uzupełnienie innych form pomiaru siły lub mocy np. platform dynamometrycznych. W oparciu o urządzenie Biodex System opublikowano na całym świecie wiele doniesień naukowych, które posiadają tą szczególną wartość, że badania wykonywane według identycznych procedur stanowią cenne źródło informacji na temat charakterystyk biomechanicznych pacjentów lub sportowców. Mankamentem urządzenia było jego oprogramowanie - Biodex Advantage, a w szczególności możliwości eksportu danych do arkusza kalkulacyjnego. Wprowadzenie przez firmę Biodex aplikacji Multi-Joint Export wspomagającej eksport danych sprawiło, że obróbka statystyczna danych stała łatwiejsza i zaoszczędza czas, który należało wcześniej przeznaczyć na ręczne przepisywanie danych. Prowadzone na całym świecie, za pomocą Biodex System, badania skutkują również wprowadzaniem do oprogramowania Biodex Advantage nowych oraz modyfikowaniem już istniejących protokołów treningowych i rehabilitacyjnych, z nowymi danymi normatywnymi (Croisier et al., 2008; Schmitt et al., 2012; Tylet, 2016).

References:

- 1) Amaral GM., Marinho HVR., Ocarino JM., Silva PL., Souza TR., Fonseca ST. Muscular performance characterization in athletes: a new perspective on isokinetic variables, *Brazilian Journal of Physical therapy*, 2014, 18 (6): 521-529.
- 2) Brughelli M., Cronin J., Nosaka K. Muscle architecture and optimum angle of the knee flexors and extensors: a comparison between cyclists and Australian rules football players, *Journal of strength and conditioning research*, 2010, 24 (3): 717-721.
- 3) Croisier J, Ganteaume S., Binet J., Genty M., Ferret J. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players, *American Orthopaedic Society for Sports Medicine*, 2008, 10 (10): 1-7.
- 4) Davies GJ. A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques, S & S Publishers, 4th edition, 1992.
- 5) DeVita P., Hortobagyi T. Functional knee brace alters predicted knee muscle and joint force in people with ACL reconstruction during walking, *Journal of applied biomechanics*, 2001, 17: 297-311.
- 6) Grygorowicz M., Kubacki J., Pilis W., Gieremek K., Rzypka R.: Selected isokinetic tests in knee injury prevention, *Biology of sport*, 2010, 27 (1): 47-51.
- 7) Lockie RG., Schultz AB., Jeffries MD., Callaghan SJ. The relationship between bilateral differences of knee flexor and extensor isokinetic strength and multi-directional speed, *Isokinetics and exercise science*, 2012, 20: 211-219.
- 8) Perrin DH., Robertson RJ., Ray RL. Bilateral isokinetic peak torque, torque acceleration energy, power, and work. Relationship in athletes and nonathletes., *The journal of orthopedic and sports physical therapy*, 1987, 9 (5): 184-189.
- 9) Saenz A., Avellanet M., Hijos E., Chaler J., Garreta R., Pujol E., Sandoval B., Buen C., Farreny A. Knee isokinetic test-retest: a multicentre knee isokinetic test-retest study of a fatigue protocol, *European Journal of Physical and Rehabilitation medicine*, 2010, 46 (1): 81-88.
- 10) Schmitt B., Tyler T., McHugh M. Hamstring injury rehabilitation and prevention of reinjury using lengthened state eccentric training: a new concept, *The international journal of sports physical therapy*, 2012, 7 (3): 333-341.
- 11) Tylet T. Evolution of successful new hamstring rehabilitation protocol to reduce hamstring injury recurrence www.biodex.com/guideline/hs214/16134, *Biodex Medical Systems*, 2016, Inc., 1-11.

- 12) Zawadzki J., Bober T., Siemieński A. Validity analysis of the Biodex System 3 dynamometer under static and isokinetic conditions, *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 2010, 12 (4): 25-32.