Факултет за физичко образование, спорт и здравје при Универзитетот "Св. Кирил и Методиј" во Скопје.

КОНДИЦИЈА

Стручно списание за физичко образование, спорт и здравје

ISSN 1857 - 9620 (Print)
ISSN 1857 - 8196 (Online)
Година 8, Број 15, 2021.



ИЗДАВАЧ:

Факултет за физичко образование, спорт и здравје

Главен уредник:

Ленче А. Величковска

Уредници:

Борче Даскаловски
Андријана Мисовски

Уредувачки одбор:

Вујица Живковиќ
Роберт Христовски
Душко Иванов
Јоско Миленкоски
Зоран Радиќ
Александар Туфекчиевски
Војо Настевски
Гино Стрезовски
Жарко Костовски
Орце Митевски
Георги Георгиев
Ицко Ѓорговски
Горан Ајдински
Лидија Тодоровска
Горан Ајдински
Лена Дамоска
Небојша Марковски
Даниела Шукова Стојмановска
Ванчо Поп-Петровски
Иван Анастасовски
Горан Никовски
Митричка Џ. Старделова
Илија Клинчаров
Александар Ацески
Серјожа Гонтарев
Руждија Калач
Александар Симеонов
Катерина Спасовска
Борче Даскаловски
Владимир Вуксановиќ
Наташа Мешковска
Зоран Поповски
Слободан Николиќ
Андријана Мисовски
Влатко Неделковски
Томислав Андоновски
Горан Милковски
Лазар Нанев

Уредувачки совет:

Milan Žvan, (Republic of Slovenia)
Matej Tuešek, (Republic of Slovenia)
Lubiša Lazarević, (Republic of Serbia)
Dejan Madić, (Republic of Serbia)
Milovan Bratić, (Republic of Serbia)
Saša Milenković, (Republic of Serbia)
Miodrag Kocić, (Republic of Serbia)
Igor Jukić, (Republik of Croatia)
Luka Milanović, (Republic of Serbia)
Josip Maleš, (Republic of Croatia)
Duško Bjelica, (Montenegro)
Ljudmil Petrov (Republic of Bulgaria)
Munir Talović (BIH, Sarajevo)
Izet Rađo (BIH, Sarajevo)
Milan Čoh (Republic of Slovenia)
Munir Talović (BIH, Sarajevo)
Borislav Obradović, (Republic of Serbia)
Jelena Obradovi, (Republic of Serbia)

Технички уредник
Александар Ацески

Лектура
Дарко Темелкоски

Печати:
Бомат графикс

Кондиција

С О Д Р Ж И Н А

1. ОСНОВИ НА ГОЛФОТ - ПОРАМНУВАЊЕ И ПРАВИЛНА ПОЛОЖБА НА ТЕЛОТО (3)
2. МЕТОДИ И ФОРМИ НА РАБОТА ВО НАСТАВАТА ПО ФИЗИЧКО И ЗДРАВСТВЕНО ОБРАЗОВАНИЕ (8)
3. ТАНЦИТЕ КАКО ПОТРЕБА НА ЧОВЕКОВОТО ИЗРАЗУВАЊЕ И НИВЕН РАЗВОЈ (14)
4. САУНА (24)
5. КРАТКА АНАЛИЗА НА НЕКОИ ЕФЕКТИ ОД ТРЕНИНГОТ ЗА СИЛА КАЈ КОШАРКАРИ (28)
6. ПОМОШНИ СПРАВИ И РЕКВИЗИТИ ВО СПОРТСКА ГИМНАСТИКА НАМЕНЕТИ ЗА ПОЧЕТНИЦИ (32)
7. ХИДРОДИНАМИЧКИТЕ СВОЈСТВА КАКО КРУЦИЈАЛНО ОДРЕДИШТЕ ПРИ КРЕИРАЊЕ НА ФИЗИЧКА АКТИВНОСТ ВО ВОДНАТА СРЕДИНА (45)
8. УТВРДУВАЊЕ НА НЕКОИ МЕТРИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТРИ ТЕСТА ЗА ПРОЦЕНКА НА КВАЛИТЕТОТ НА ТЕХНИЧКАТА ИЗВЕДБА ВО ОДБОЈКАТА (51)
9. УЛОГАТА НА ТРЕНЕРОТ ВО МЕНАЏИРАЊЕ НА СПОРТСКИТЕ КЛУБОВИ (61)
10. ОДРЕДУВАЊЕ И ПРИМЕНА НА НАЈВАЖНИТЕ ПАРАМЕТРИ ВО ТРЕНАЖНИОТ ПРОЦЕС КАЈ МАКЕДОНСКИ ПОЛУМАРАТОНЕЦ (66)
11. ПРИМЕНА НА ЕЛЕКТРОГОНИОМЕТАРОТ ВО БИОМЕХАНИЧКАТА ДИЈАГНОСТИКА (72)

Кондиција

ПРИМЕНА НА ЕЛЕКТРОГОНИОМЕТАРОТ ВО БИОМЕХАНИЧКАТА ДИЈАГНОСТИКА



УДК: 615.84

Александар Ацески
Факултет за физичко образование, спорт и здравје,
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“-Скопје,
Македонија
е-пошта: aceskiaceski@gmail.com

Борче Даскаловски
Катерина Спасовска
Владимир Вуксановиќ

АПСТРАКТ

Современата технологија директно придонесува за развој на инструменти кои сè повеќе се користат за биомеханичка дијагностиката на физичките перформанси на човекот. Електрогониометарот е инструмент за одредување на промената на аглите при движење. Најголема примена има во лабораториски и клинички услови, а многу поретко во теренски услови.
Денес најзастапени се електрогониометарот кој користи потенциометар и електрогониометарот кој користи тензиметар.
Доколку инструментот се употребува според пропишаните препораки, добиените резултати ќе се одликуваат со посакуваната валидност и веродостојност.

Клучни зборови: аголна кинематика, потенциометар, тензиметар, зглоб, движење.

APPLICATION OF ELECTROGONIOMETRY IN BIOMECHANICAL DIAGNOSTICS

Aleksandar Aceski, Borche Daskalovski, Katerina Spasovska, Vladimir Vuksanovikj
Faculty of physical education, sport and health, University – Ss. Cyril and Methodius” – Skopje, Macedonia

ABSTRACT

Modern technology directly contributes to the development of instruments that are increasingly used for biomechanical diagnostics of human physical performance.
An electrogoniometer is an instrument used to determine the change in angles in human movements. It is most used in laboratory and clinical conditions and very rarely in field conditions.
Today, the most common are the electrogoniometer that uses a potentiometer and the electrogoniometer that uses a strain gauge.
If the instrument is used according to the prescribed recommendations, the obtained results will be characterized by the desired validity and reliability.

Key words: angular kinematics, potentiometer, strain gauge, joint, motion.

ВОВЕД

Анализата на човечките движења од биомеханички аспект вклучува широка палета методи и инструменти, кои имаат своја примена, како во лабораториски така и во терени услови. Доколку целта е да се анализира образецот на движење преку мониторирање на промената на аглите во зглобовите, тогаш адекватен инструмент за тоа може да биде електрогониометарот.

Во генерална смисла, гониометријата претставува дел од тригонометријата и математичката анализа која се занимава со одредување и мерење на аглите и нивните функции. Во биомеханиката и медицината, гониометријата е метод за мерење на аглите во зглобовите. Терминот гониометрија произлегува од грчките зборови „*гониа*“ што значи агол, и „*метрон*“ што значи мерка. Инструментот со кој се мери аголот во зглобот односно неговата позиција и амплитудата на движење се нарекува гониометар.

Универзалниот гониометар (слика 1) се користи за мерење статички агли кога деловите од телото се во одредена фиксна положба. Направен е од пластика или метал и е достапен во различна големина и облик, во зависност од неговата намена односно зглобот што е предмет на мерење. Тој се состои од еден подвижен и еден не подвижен крак кои се поврзани во една точка. Гониометарот се позиционира така што точката на поврзување на краците треба да биде израмнета со центарот на актуелниот зглоб, а краците се поставуваат по должина на телесните сегменти, притоа завршетокот од едниот крак е во насока на центарот на проксималниот, а завршетокот од другиот кракот е во насока на центарот на дисталниот зглоб (слика 2).



Слика 1. Модел на пластичен гониометар

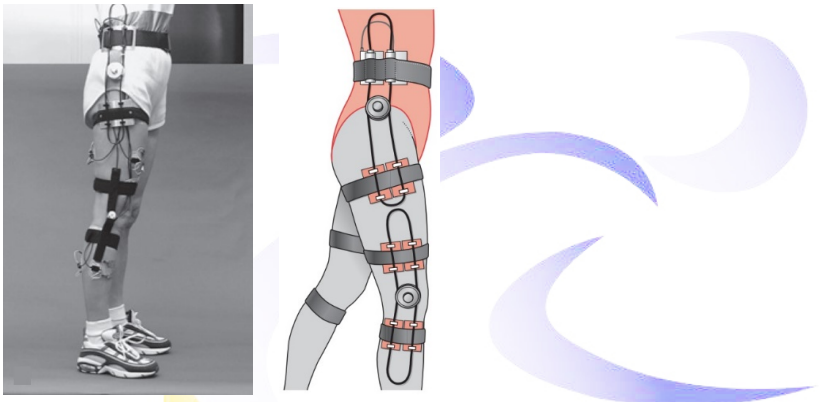


Слика 2. Правилно позиционирање на гониометарот

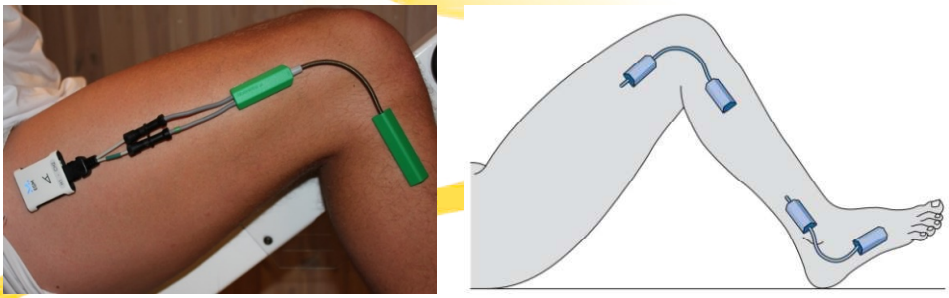
ОПШТИ И ТЕХНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ЕЛЕКТРОГОНИОМЕТАРОТ

Електронската верзија на гониометарот е многу пософистицирана од универзалната и се нарекува електрогониометар (слика 3 и 4). Главно се користи за мерење динамички агли односно промената на аглите во текот на движењето. Првпат е претставен далечната 1959 г. (Karpovich & Karpovich, 1959) и оттогаш до денес континуирано се развива и се усовршува. На самиот почеток електрогониометарот бил со многу поголеми димензии од денешните и бил гломазен за користење, особено доколку се анализирало движење во повеќе зглобови (Richards, 2018). Благодарение на развојот на современата технологијата денес се присутни електрогониометри кои се со многу помали димензии и едноставни за користење.

Идентично како и универзалните гониометри така и електрогониометарот (слика 3 и 4) е составен од два краци, меѓутоа на нив е поврзан сензорен елемент кој може да биде потенциометар, дигитален енкодер, фотографија со поларизирано светло, тензиметар (отпорна мерна лента) и фибер-оптички кабел (Robertson et al., 2014). Најчесто употребувани се потенциометарот и тензиметарот преку кој се регистрира напонот односно напрегнатоста која е пропорционална на промената во аголната позиција. Оваа регистрирана промена во аголната позиција преку соодветен трансдуктор потоа се трансформира во нумеричка вредност (агол). На ваков начин добиените резултати можат да се прикажат во реално време на екран од компјутер, таблет, мобилен телефон и сличен уред.



Слика 3. Електрогониометар кој користи потенциометар



Слика 4. Електрогониометар кој користи тензиметар

На сликите 4 и 5 е претставен електрогониометар кој користи тензиметар од производителот „Biometrics Ltd“. Тој се состои од два пластични завршетоци од кои едниот е фиксен, а другиот подвижен, поврзани со флексибилна пружина која претставува тензиметар (слика 4). Најзастапени се три варијанти: едноосен, двоосен и едноосен торзиометар. Едноосениот овозможува мерење на аглите во една рамнина а двоосениот едновремено мерење на аглите во две рамнини (на пр. флексија-екстензија и абдукција-аддукција во зглобот на дланката). Едноосениот торзиметарот (слика 5в) овозможува мерење на ротацијата во една рамнина (на пр. супинација-пронација во радиоулнарниот зглоб).

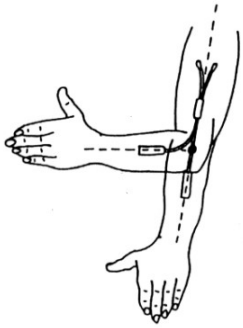
Голем број истражувања ја потврдуваат валидноста и веродостојноста на овој метод (Christensen, 1999; Rowe et al., 2001; Ouckama, 2007; Bronner et al., 2010; Piriyaprasarth et al., 2008; Singh et al., 2012; Urwin, 2013, Tajali et al., 2016; Ruiz-Olaya et al., 2017; Craig, 2018, Svensson et al., 2019), која се смета како златен стандард за процена на амплитудата на движење од страна на клиничките биомеханичари и истражувачи.

ПРАКТИЧНИ ПРИМЕРИ ОД ПРИМЕНАТА НА ЕЛЕКТРОГОНИОМЕТАРОТ

Правилното позиционирање и прицврстување на електрогониометарот е клучен фактор за точни и прецизни резултати (слика 5). За таа цел, инструментот најпрво треба да се постави над зглобот така што краевите ќе бидат фиксирани со самолеплива лента. Кога зглобот е во максимална флексија, инструментот треба да биде целосно испружен. Во случаи кога зглобот е во целосна екстензија, инструментот најчесто го има обликот на буквата „U“ (BIOPAC Systems, 2021).



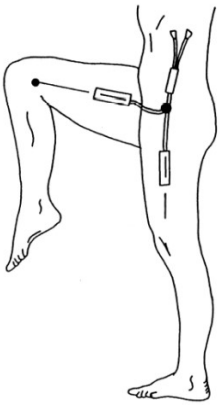
а) Зглоб на дланка (флексија-екстензија, абдукција-аддукција)



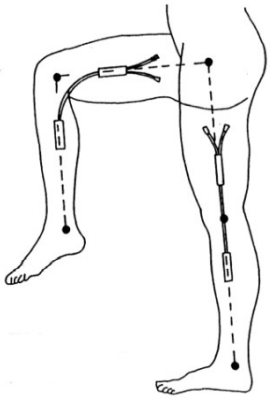
б) Зглоб на лакт (флексија-екстензија)



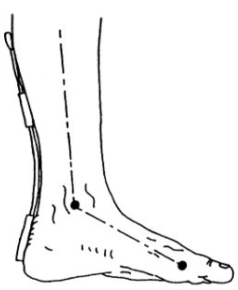
в) Радиоулнарен зглоб (супинација-пронација)



г) Зглоб на колк (флексија-екстензија, абдукција-аддукција)



д) Зглоб на колено (флексија-екстензија)





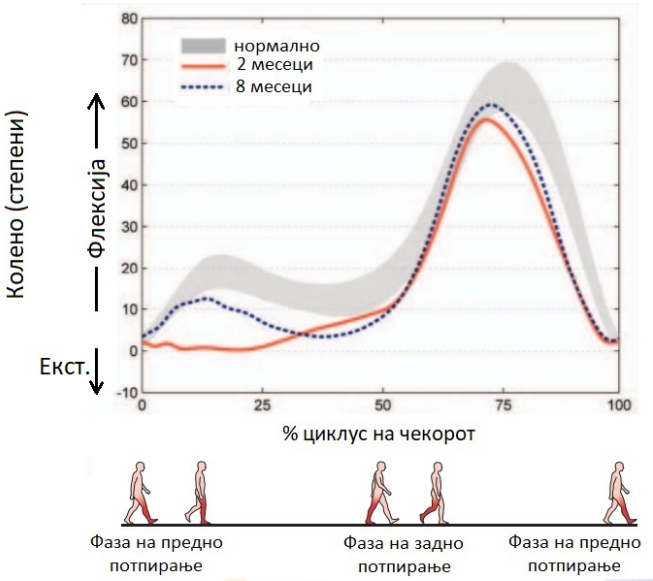
ѓ) Горен скочен зглоб (плантарна флексија-дорзална флексија), долен скочен зглоб (инверзија-еверзија)

Слика 5. Позиционирање на електрогониометар кој користи тензиметар

Електрогониометарот има најголема примена во клиничката биомеханика, физијатријата, трауматологијата и ортопедијата. Следењето на амплитудата на движење во зглобовите е важен индикатор за заздравувањето на пациентот (Leckrone, 2021).

На слика 6 е претставена аголната кинематика во зглобот на коленото во сагитална рамнина кај пациент кој имал скршеница на бутната коска (Paterno et al., 2006). Со цел да се утврди ефектот од рехабилитацијата, извршена е анализа на чекорот со електрогониометар по 2 и 8 месеци од операцијата. Квалитативната анализа на графиконот покажува дека според обликот на полната црвена крива добиена два месеци после операцијата, таа не е тополошки еквивалентна (различна е) со кривата на нормалниот чекор (засенчена површина). Ова е особено очигледно во иницијална фаза на чекорот (фаза на предно потпирање) која започнува од моментот на контакт на стапалото со подлогата, до моментот кога центарот на зглобот на колкот ќе се најде над центарот на потпирање, односно кога

центарот на зглобот на колкот ќе го престигне центарот на скочниот зглоб. Анализата на чекорот по изминати осум месеци од операцијата покажува дека испрекинатата сина крива е многу поблиску до нормалната, односно аголната кинематика на пациентот е многу слична на аголната кинематика на луѓето со нормален циклус на чекорење.



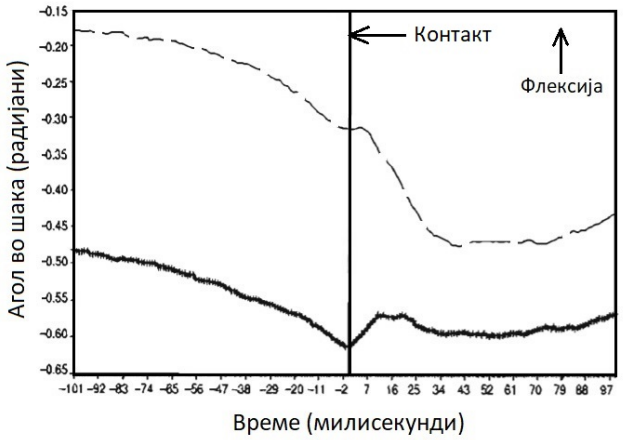
Слика 6. Промени во аголот на колената во сагитална рамнина кај нормален чекор (засенчена површина ± 1SD), по 2 месеци (полна црвена крива) и 8 месеци (испрекината сина крива) по операција

Во некои случаи биомеханичарите сакаат да добијат одговор на прашања кои се поврзани со техничката изведба на елементите кај спортисти од различни квалитативен ранг и различен здравствен статус, со цел да извршат нивна меѓусебна компарација. Во тој случај, повторно електрогониометарот може да биде вистинскиот избор за тоа.

На слика 7 е претставена аголната кинематика на дланката кај еднорачен бекхенд меѓу професионален тенисер и средно напреден тенисер кој имал историја на тениски лакт (болка во лактот која се јавува од преоптоварување на тетивите поради зголемен број повторувачки движења во зглобот).

Она што е значајно да се истакне од анализата на двете криви е тоа дека професионалниот тенисер (испрекината крива) по контактот на рекетот со топчето успеал да го задржи концентричното мускулно дејство на екстензорите во зглобот на дланката, додека кај тенисерот со историја на тениски лакт (полна крива) истата група мускули дејствувала ексцентрично по судирот. Токму ваквото повторливо ексцентрично мускулно дејствување на екстензорите во зглобот на дланката во литературата се смета како една од можните причини за појава на тениски лакт (Knudson & Blaskwell, 1996).

Сепак, иако тенискиот лакт е една од највообичаените повреди во тенисот, сè уште нема прецизен одговор за нејзините причини (Abrams et al., 2012).



Слика 7. Промени во аголот на дланката кај еднорачен бекхенд на професионален тенисер (испрекината крива) и средно напреден тенисер со историја на тениски лакт (полна крива)

ЗАКЛУЧОК

Биомеханиката и технологијата се во тесна врска, а доказ за тоа е примената на софистицирани инструменти без кои не би можело да се замисли биомеханичка дијагностика, но и нејзиниот напредок како наука.

Еден од тие инструменти е и електрогониометарот кој најголема примена има во лабораториски и клинички услови за утврдување на промената на аглите во зглобовите. Негови главни предности се валидноста и веродостојноста на добиените резултати, ниската цена во однос на другите биомеханички инструменти, но и едноставноста за користење. Од друга страна пак, ограничената примена во теренски услови и неговата гломазност (особено електрогониометарот кој користи потенциометар), која може да го наруши природното изведување на движењата, се недостатоци што исто така треба да се имаат предвид при планирањето на тестирањето.

ЛИТЕРАТУРА

Abrams, D.G., Renstrom, A.P. & Safran, R.M. (2012). Epidemiology of musculoskeletal injury in the tennis player. *Br J Sports Med* 2012;46:492–498. doi:10.1136/bjsports-2012-091164 .

BIOPAC Systems, Inc. (2021). www.biopac.com . Пристапено 29. ноември 2021.

Bronner, S., Agraharasamakulam, S. & Ojofeitimi, S. (2010). Reliability and validity of electrogoniometry measurement of lower extremity movement. *Journal of Medical Engineering & Technology*, Vol. 34, No. 3, April 2010, 232–242.

Karpovich, P.V, and Karpovich, G.P. (1959). Electrogoniometer: A new device for study of joints in action. *Fed Proc* 18:79.

Knudson, D. & Blackwell, J. (1996). Upper Extremity Angular Kinematics of the One-Handed Backhand Drive in Tennis Players with and without Tennis Elbow. *Int. J. Sports Med*. 18 (1997) 79-82.

Leckrone, T. (2021). *The Application of Biomechanical Technology in Sports*. Senior Honor Theses. Liberty University.

Ouckama, A.R. (2007). *Comparison of Flexible Electrogoniometers to a 3D Optical Tracking System for Measurements of Ankle Angles During Level Walking and Running*. Degree of Master's of Science (Biomechanics). Department of Kinesiology and Physical Education, Faculty of Education. McGill University Montreal, Québec, Canada.

Paterno, V.M., Archdeacon, T.M., Ford, R.K., Galvin, D. & Hewet, E.T. (2006). Early Rehabilitation Following Surgical Fixation of a Femoral Shaft Fracture. *Physical Therapy*. Volume 86 doi: 10.1093/ptj/86.4.558 .

Piriyaprasarth, P., Morris, E.M., Winter, A., Bialocerkowski, E.A. (2008). The reliability of knee joint position testing using electrogoniometry. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2008, 9:6 doi:10.1186/1471-2474-9-6
Richards, J. (2018). *The Comprehensive Textbook of Clinical Biomechanics*, 2nd Edition. Elsevier.
Robertson, D.G., Caldwell, E.G., Hamill, J., Kamen, G., & Whittlesey, N.S. (2014). *Research methods in biomechanics 2nd edition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
Rowe, J.P., Myles, M.C., Hillmann, J.S. & Hazlewood, E.M. (2001). Validation of Flexible Electrogoniometry as a Measure of Joint Kinematics. *Physiotherapy,* vol. 87, no. 9.
Ruiz-Olaya, F.A., Callejas-Cuervo, M., Lara-Herrera, N.C. (2017). Wearable low-cost inertial sensor-based electrogoniometer for measuring joint range of motion.
Singh, H.P., Dias, J.J., Slijper, H. & Hovius, S. (2012). Assessment of velocity, range, and smoothness of wrist circumduction using flexible electrogoniometry. *Journal of Hand Surgery,* Elsevier, 37(11): p. 2331-2339.
Tajali, B.S., MacDermid, C.J., Grewal, R. & Young, C. (2016). Reliability and Validity of Electro-Goniometric Range of Motion Measurements in Patients with Hand and Wrist Limitations. *The Open Orthopaedics Journal,* Volume 10. doi: 10.2174/1874325001610010190 .
Urwin, S., Kader, D., Caplan, N., Gibson, C.S. & Stewart, S. (2013) Validation of an electrogoniometry system as a measure of knee kinematics during activities of daily living. *Journal of Musculoskeletal Research, 16 (1).* ISSN 0218- 9577. https://doi.org/10.1142/S021895771350005X .
Craig, M. (2018). *Validity and Reliability of Electrogoniometer in Musculoskeletal Injury/Disorder ROM Assessment*. WorkSafeBC Evidence-Based Practice Group.
Christensen, W.H. (1999). Precision and Accuracy of an Electrogoniometer. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, Volume 22. https://doi.org/10.1016/S0161-4754(99)70099-0 .