

Projekt spolufinancovaný evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR s názvem

Modernizace výukových postupů a zvýšení praktických dovedností a návyků studentů oboru Biomedicínský technik

registrační číslo CZ.1.07./2.2.00/15.0415, č.j. 15/167/2010
11.10.2010 - 28.2.2013

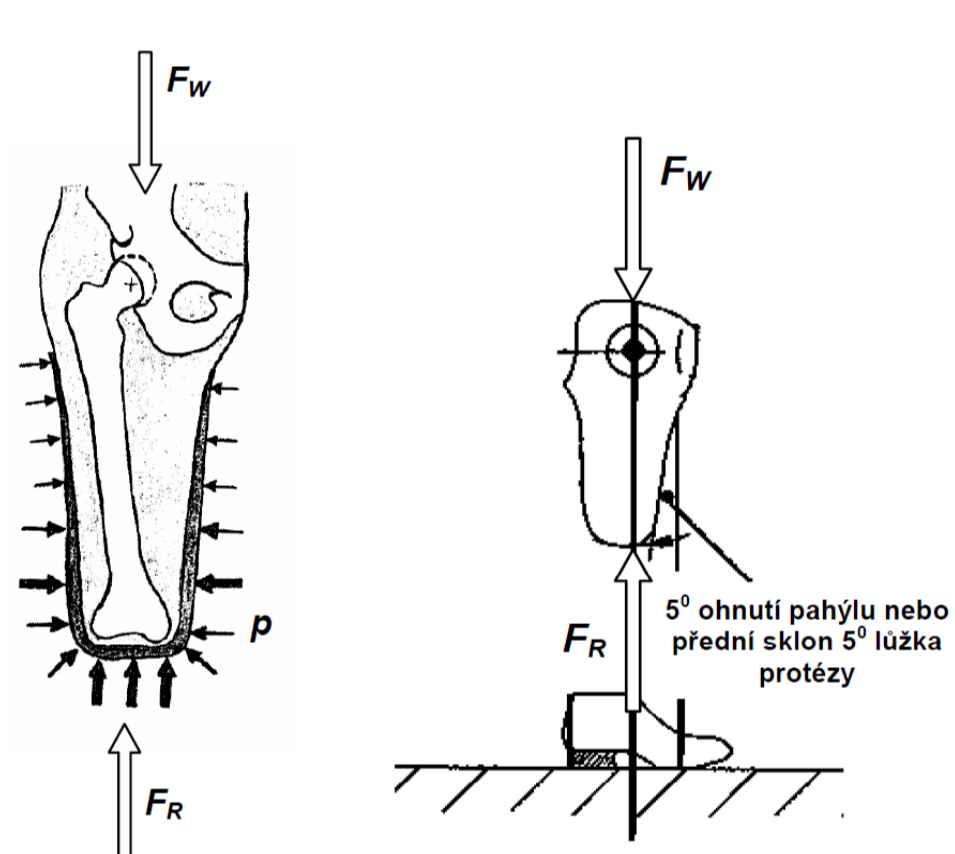
Vybrané úlohy z experimentální biomechaniky

V biomedicínském inženýrství se setkáváme s vědním oborem nazvaným biomechanika. Definování vědního oboru biomechanika je však problematické. Důvodem je především rozdíl v chápání pojmu „biomechanika“ různými lidmi. Z toho vyplývá, že pojem „biomechanika“ bude chápat jinak lékař, jinak paleontolog a jinak softwarový vývojář pro 3D grafické aplikace, pokud se problematice věnují. Obecně platí definice, že jde o „nauku o struktuře a mechanickém chování živých organismů“.

Biomechanika tedy kombinuje znalosti z funkční anatomie, fyziologie, mechaniky a dalších vědních oborů, pomocí kterých mapuje mechanickou strukturu mechanické chování a mechanické vlastnosti živých organismů, jejich částí, a mechanické interakce mezi nimi a okolím. Zjednodušeně tedy můžeme říci, že je náplní biomechaniky **studium mechanických pohybů, jejich příčin a důsledků v biosystému jako celku a v jeho jednotlivých částech**, přičemž tato konkretizující definice odpovídá definicím uváděným v anglosaské literatuře.

Měření zatížení protéz dolních končetin tenzometrickou soupravou.

Protézy jsou vyráběny jak z materiálů přírodních, tak syntetických. Z přírodních materiálů jsou nejběžnější kovy (slitiny hliníku, titan, ocel), zřídka se používá dřevo a kůže. Syntetické materiály jsou využívány standardně, patří mezi ně syntetické tkaniny, plasty (termosety, termoplasty, elastomery a vyztužené plasty). Výroba všech lůžek protéz se provádí individuálně odebráním sádrového odlitku. Pokud nemůže pacient během sádrového odlitku stát, ale předpokládá se brzké zlepšení fyzické kondice, provádí se měření pahýlu pro následné zpracování návrhu lůžka pomocí počítačového programu. Pro výrobu skeletu lůžek se používá skelné vlákno a polyesterový návlék prosyčený metylakrylátovou pryskyřicí, pokud je třeba skelet lůžka maximálně odlehčit, je možné skelné vlákno nahradit uhlíkovou tkaninou. Vhodným materiálem jsou i termoplasty. Novou metodou je technika osseointegrace, jejímž principem je upevnění protézy přímo ke kosti amputačního pahýlu.



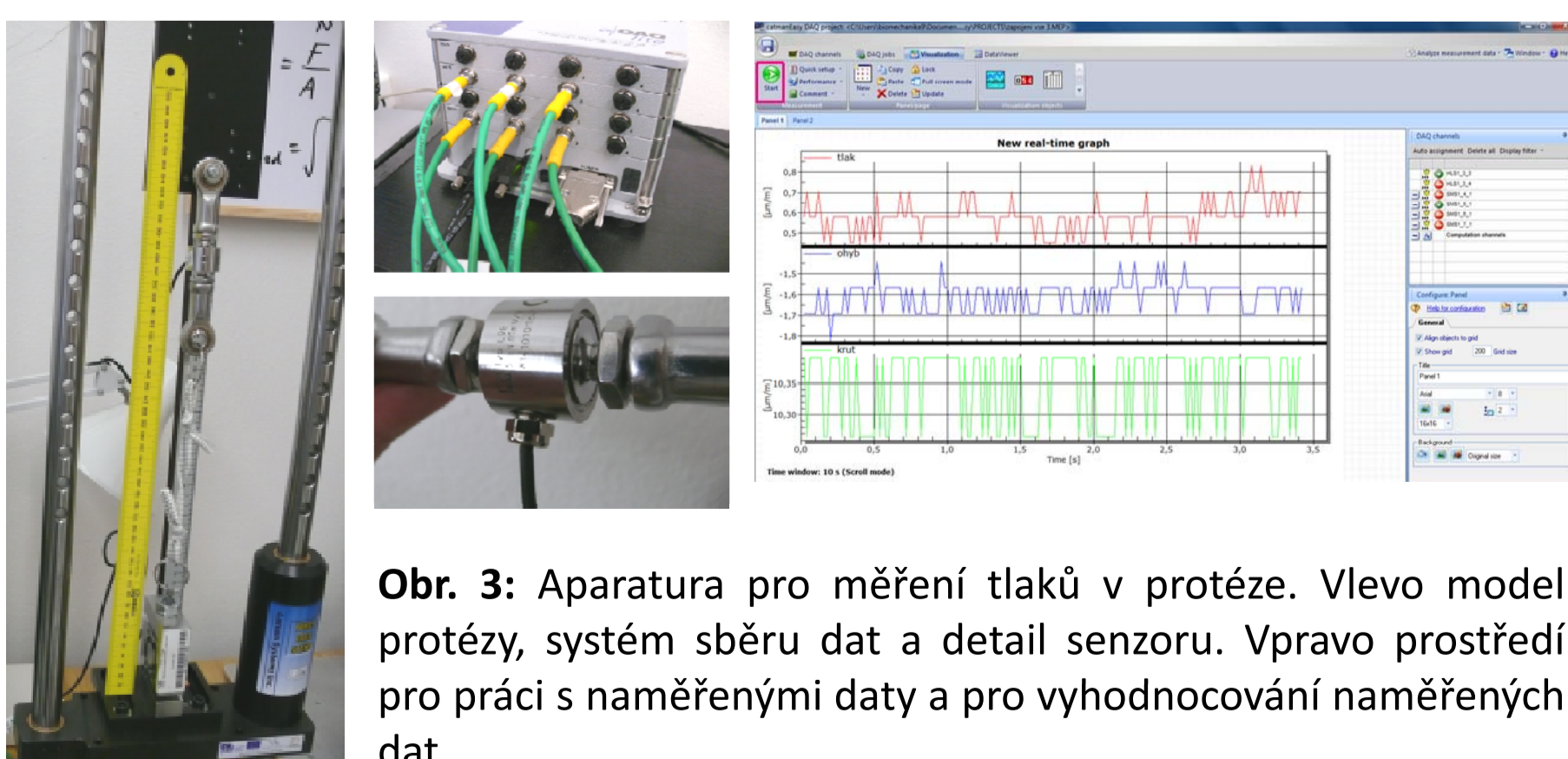
Obr. 1: a) Lůžko protézy po exartikulaci v kolenním kloubu, velikost šipek naznačuje velikost působících sil resp. rozložení tlaku; b) Lůžko transtibiální protézy s doporučeným parametrem předního zešíkmení a osovým přenosem sil.



Obr. 2: K experimentálnímu měření a vývoji protéz se používá například tenzometrických čidel pro měření deformací nebo namáhání konstrukce, jedná se např. o vážní čidla.

V praxi se používají pro měření rozložení tlaků, např. v lůžku protézy, taktilní snímače. Taktilní snímače se podle fyzikálního principu dělí na zařízení s elastomery, s tenzometry, kapacitní, s piezoelektrickými materiály, s optickými vlákny.

Nejnámější taktilním snímačem pro měření rozložení tlaku v lůžku protézy je systém F-Socket. Připomeňme, že podobných taktilních snímačů se používá také při měření a vyhodnocování tlaku pod chodidly např. pomocí tzv. tlakových desek.



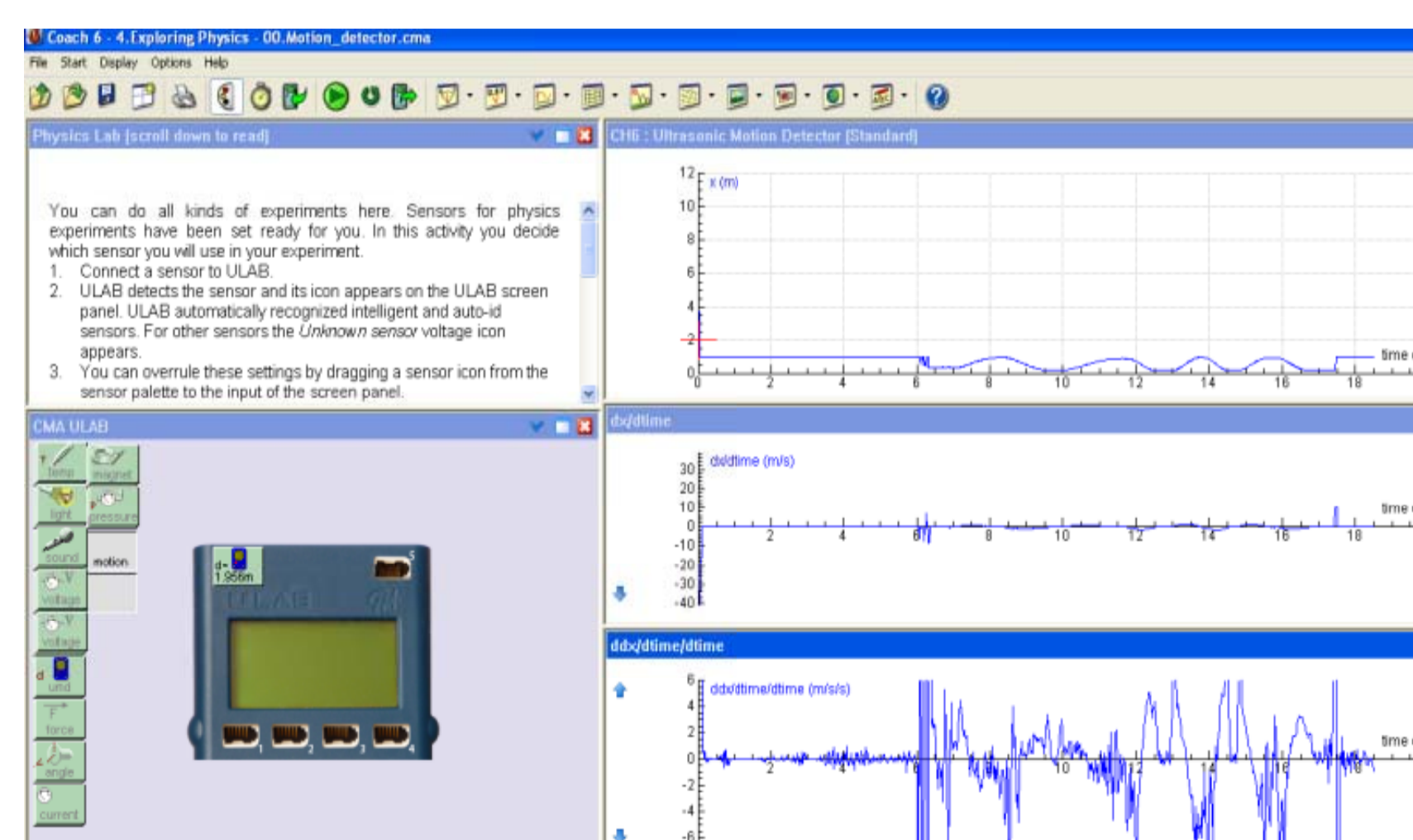
Obr. 3: Aparatura pro měření tlaků v protéze. Vlevo model protézy, systém sběru dat a detail senzoru. Vpravo prostředí pro práci s naměřenými daty a pro vyhodnocování naměřených dat.

Měření kinematiky a dynamiky pohybu osoby v prostoru pomocí ultrazvukového radaru

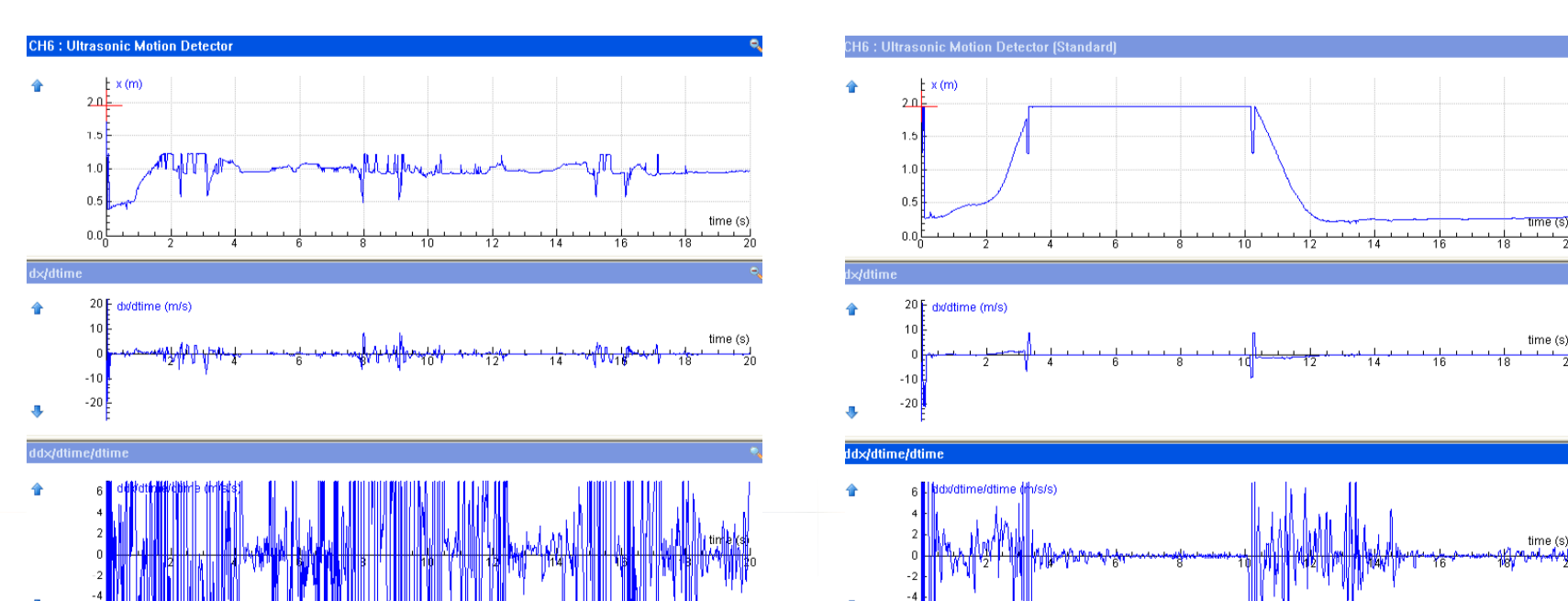
Při studiu pohybu nás zajímají kinematické veličiny translačního a rotačního pohybu, které můžeme zjistit také pomocí tzv. sledovacích systémů. Sledovací zařízení bývá stacionární a jeho části jsou instalovány ve známých pozicích scény. Sledovacích systémů, které nám poskytují informaci o poloze sledovaného objektu v oboru biomechaniky, je celá řada, asi nejčastěji jsou používány kamerové systémy, elektromagnetické systémy či ultrazvukové systémy. Systémy se tedy liší podle technologie snímání a záznamu dat. Pro snímání pohybů kamer je možné použít nejjednodušších kamer, jako jsou např. webkamery, či dražší Motion Capture (MoCap) systémy, které nám přímo vyhodnotí pohyb v 3D prostoru pomocí více než jen jednoho sledovacího senzoru. Sledovací systémy rozdělujeme na „pasivní“ a „aktivní“ podle způsobu detekce markerů (také tzv. značek) umístěných na požadovaných anatomických bodech těla. Markery se musí umísťovat v souladu s metodikou doporučenou výrobcem systému nebo zavedenými standardy, z důvodu přesné detekce vzájemného pohybu segmentů těla, a následné možnosti srovnání výsledků mezi různými pracovišti. Zavedené standardy popisují rozmístění markerů, tzv. sety markerů, kterým jsou přiřazeny příslušné 3D modely svalově-kosterních systémů těla.



Obr. 1: ULAB Data Logger vlevo a vpravo Ultrasonic Motion Detector.



Obr. 2: Měřicí prostředí Coach 6

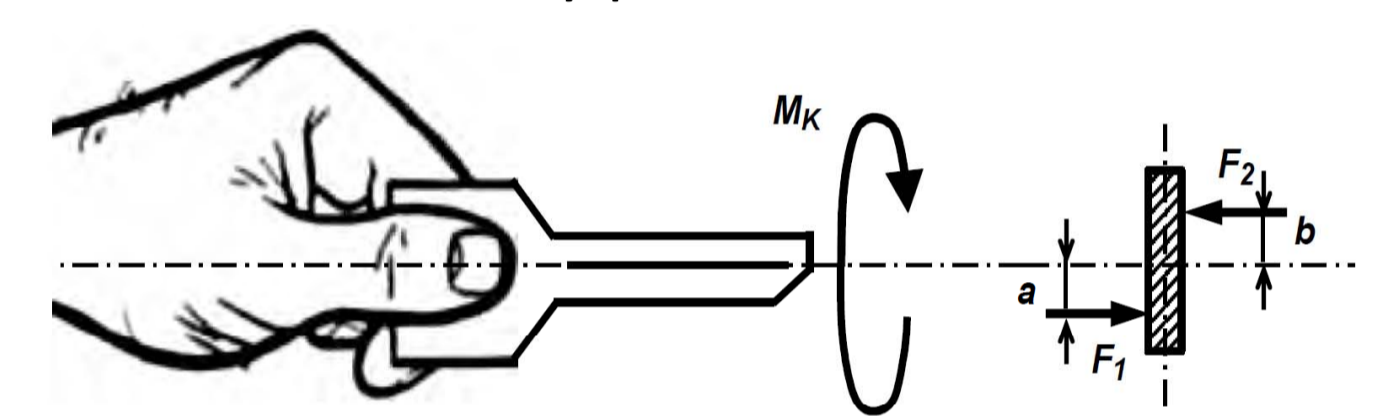


Obr. 3: Záznam měření celého těla probanda

Obr. 4: Záznam měření pohybu paže probanda

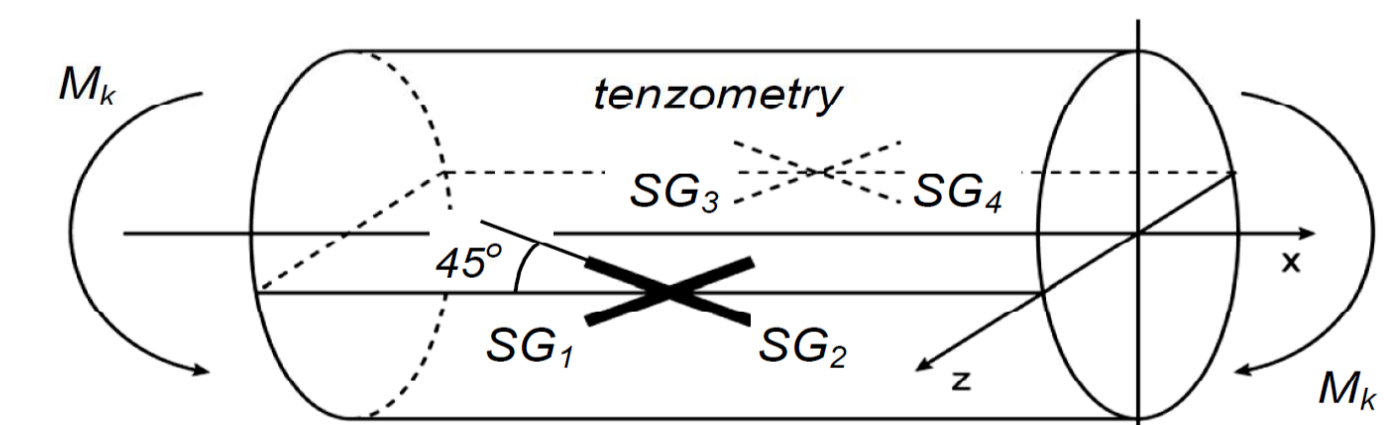
Měření krouticího momentu

Rotační pohyb segmentů těl je při pohybu vytvářen momentem síly, který vzniká transformací posuvného pohybu od silového účinku svalu. V ergonomii při návrhu madel, pák, ovladačů, ale také ve fyzioterapii či sportovní biomechanice nás zajímá velikost a změna momentu síly při sevření předmětu rukou. Dále nás zajímá, zda-li daný předmět udržíme za předpokladu jeho povrchových a tvarových charakteristik, a za předpokladu působení konkrétního momentu síly při sevření.



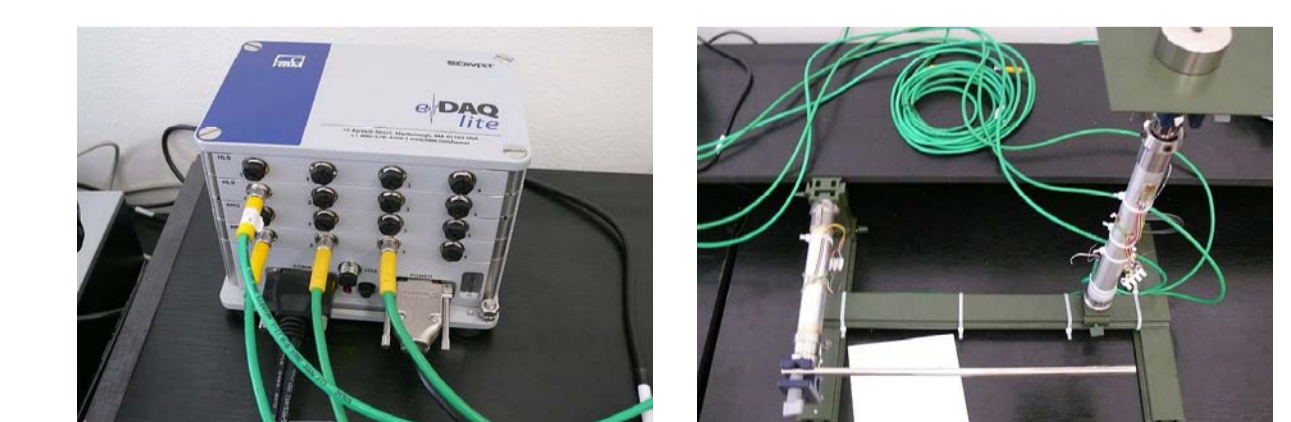
Obr. 1: Vytváření krouticího momentu při úchopu mezi prsty.

Významnými zástupci z pohybů ruky jsou pronace a supinace. Pronace je pohyb, při kterém se radius obtáčí kolem ulny, takže při plné pronaci jsou obě předloketní kosti překříženy v podobě písmene X. Rozsah pronace je závislý na spoluúčasti loketního a ramenního kloubu a také na pohybu lopatky. Při flektovaném lokti je rozsah pronace asi 150 stupňů, ale se spoluúčastí zmíněných spojů dosahuje až 360 stupňů. Supinaci charakterizuje návrat vřetenní kosti do paralelního postavení s ulnou a despiralizace vláken mezikostní membrány. Supinace je antigravitační pohyb, který (je-li flektován loketní kloub) staví horní končetinu do pozice optimální pro vyšetření a manipulaci s objekty. Oba tyto pohyby jsou charakteristické pro manipulaci s klíčem, madlem atp. Velikost momentu vyvolaného pronací a supinací je důležitá při pevnostním návrhu pomůcek a nástrojů, jejich velikostí a designu.

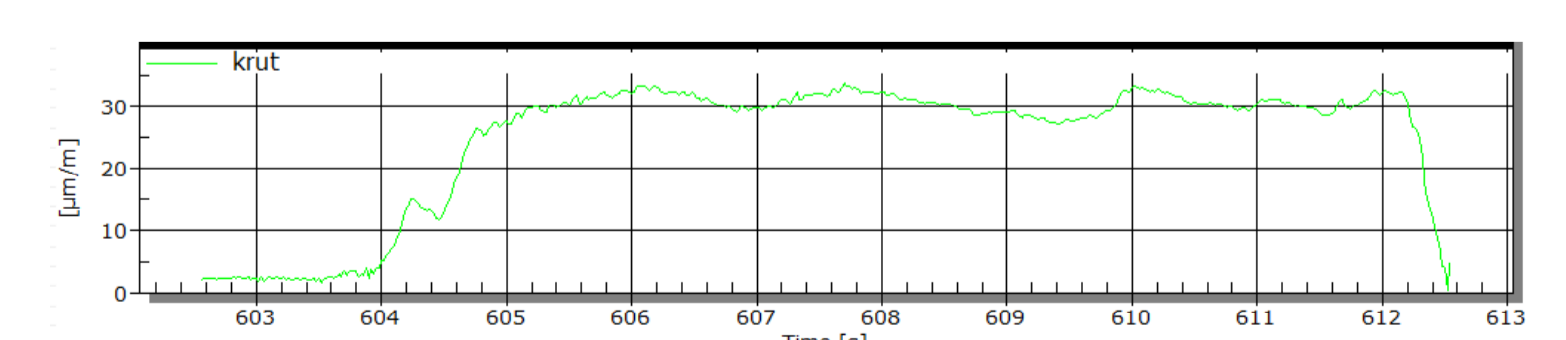


Obr. 2: Schéma zapojení tenzometrů pro měření krutu.

K měření krouticího momentu můžeme použít speciálních měřících přípravků či systémů. Nejčastěji se u nich využívá principu křížového zapojení tenzometrů nalepených na hřídeli, která přenáší či zachycuje kroutící moment. Moderní provedení dynamometrů, pro měření krouticího momentu, jsou řízena mikroprocesorem (kalibrace) a umožňují připojení k PC a zobrazení průběhu momentu na obrazovce monitoru resp. ukládání měřených dat.



Obr. 3: Měřicí stanice eDAQ lite s příslušenstvím.



Graf 1: Křivka zobrazuje krut dlaní probanda do nové polohy, její udržení po dobu 7 sec. a návrat do výchozí polohy.