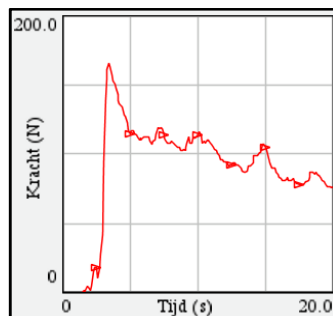




Hoe sterk ben jij? Experimenteren met spierkracht!

Workshop 23^{ste} Vlaams Congres van Leraars Wetenschappen

Natalie Dirckx



Inleiding

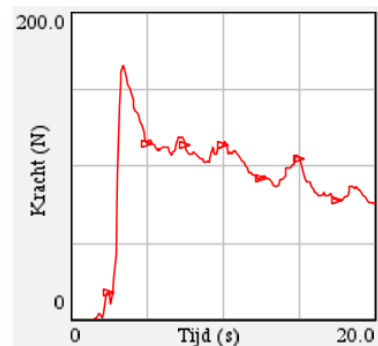
In de tweede graad wordt de spierwerking besproken. De bouw en werking van dwarsgestreept en glad spierweefsel wordt met elkaar vergeleken. Er wordt ook aangehaald dat spiercontracties enkel tot stand kunnen komen met behulp van chemische energie.

Met een simpel fitnessstoestelletje, de handknijper, kunnen de leerlingen experimenten uitvoeren. Het doel is te achterhalen welke handigheid (links- of rechtshandig) de leerling heeft. Maar door het herhalen van de experimenten kan ook spiermoeheid aangetoond worden. Spiermoeheid is één van de kenmerken van dwarsgestreepte spieren. Deze spieren kunnen een zeer grote kracht ontwikkelen, maar ze kunnen deze kracht niet lang aanhouden.



Figuur 1: handknijper

Dit is ook zeer simpel aan te tonen met een handkrachtsensor. Het voordeel van het werken met een sensor is dat de leerlingen in realtime grafische data zien verschijnen. Als een proefpersoon gedurende 15 seconden zo hard als hij kan, blijft knijpen in de handkrachtsensor, zal je zeer snel de kracht lichtjes zien dalen. De chemische energie in onze spieren is ook eindig. Goed getrainde spieren zullen sneller in nieuwe energie kunnen voorzien, maar er zal altijd een dalende trend zichtbaar zijn. Aangezien de sensor de kracht (F) in Newton (N) meet, is het handig als tijdens fysica kracht al aan bod is gekomen. Indien niet kan het nuttig zijn om kort even uit te leggen wat 1 Newton is.



Figuur 2: optreden van spiermoeheid bij handkrachtmeting

Als je dit experiment met de handkrachtsensor een keertje zowel met de rechter- als met de linkerhand laat uitvoeren dan krijg je meteen een visuele voorstelling over welke handspieren het krachtigst zijn.

Voor de leerlingen zijn dit zeer leuke en simpele experimenten. Aangezien ze zelf het proefkonijn zijn, zijn ze ook extra actief bezig.

In de nieuwe leerplannen voor sportwetenschappen in de derde graad worden de spieren uitgebreider besproken en kan er ook een verband gelegd worden met de trainingsleer. Bij het experiment 'spiermoeheid' kunnen verbanden gezocht worden met verschillende sporten en anaerobe training (kracht) of aerobe training (duur).

Experiment 1; handknijper

Onderzoeksopdracht

Kunnen je handspieren eenzelfde kracht lang volhouden?

Benodigheden

- Handknijper
- Chronometer

Uitvoeren experiment

1. Neem de handknijper eerst in de linkerhand. Let erop dat één been van de handknijper rust op het middenhandsbeentje van de duim en dat op het tweede been geknepen wordt met de distale vingerkootjes (figuur 3).
2. Start de chronometer en knijp de twee benen van de handknijper samen zodat ze elkaar raken (figuur 4).
3. Stop de chronometer wanneer de twee benen van de handknijper elkaar niet meer raken d.w.z. enkele millimeter afstand.
4. Noteer de tijd in de tabel bij resultaten.
5. Herhaal deze werkwijze tweemaal.



Figuur 3: handknijper vasthouden met distale vingerkootjes



Figuur 4: benen van handknijper raken elkaar

Resultaten

Leerling	Linkerhand			Rechterhand		
	1 ^{ste} meting	2 ^{de} meting	3 ^{de} meting	1 ^{ste} meting	2 ^{de} meting	3 ^{de} meting
1						
2						

Verklaring

- Wat voelde je vlak voordat je de benen niet meer tegen elkaar kon houden?
- Is er een verschil tussen je linker- en rechterhand? Verklaar.
- Is er een verschil tussen de eerste, de tweede poging en de derde meting? Verklaar.

De leerlingen zullen ervaren dat het niet makkelijk is om de benen tegen elkaar te houden. In de meeste gevallen zal er een verschil zijn in tijd wanneer de leerlingen een uitgesproken handigheid heeft. Als er leerlingen zijn die zowel links- als rechtshandig taken uitvoeren, zal het verschil kleiner zijn. Bij de tweede en de derde meting zal in de meeste gevallen de tijd dat de kracht volgehouden wordt korter zijn.

De rede waarom ze enkel met de uiteindes van de vingers mogen knijpen is dat sommigen de kracht zeer lang kunnen volhouden als ze met de hele hand knijpen. Dat kost gewoon te veel tijd. Als er leerlingen bij zijn die dit langer dan 2 minuten volhouden, zijn een of twee metingen genoeg vanwege tijdgebrek.

Besluit

De spieren van de hand zijn skeletspieren. Ze kunnen een grote kracht leveren maar ze worden snel moe. De handspieren konden de kracht op de handknijper niet lang volhouden.

Experiment 2; handknijper

Onderzoeksopdracht

Zijn je linker- en rechterhand even sterk?

Benodigdheden

- Handknijper
- Chronometer

Uitvoeren experiment

1. Neem de handknijper eerst in de linkerhand.
2. Tel het aantal keren dat de linkerhand kan knijpen in 80 seconden.
3. Noteer dit aantal in de tabel bij resultaten en herhaal eenmaal.
4. Neem de handknijper dan in de rechterhand en tel het aantal keren dat de rechterhand kan knijpen in 80 seconden.
5. Noteer dit aantal in de tabel bij resultaten en herhaal eenmaal.
6. Omcirkel de resultaten van de hand waarmee geschreven wordt.



Figuur 5: handknijper vasthouden

Resultaten

Leerling	Linkerhand		Rechterhand	
	1 ^{ste} meting	2 ^{de} meting	1 ^{ste} meting	2 ^{de} meting
1				
2				

Verklaring

- Leerling 1:
Met de schrijfhand kan je *meer / minder* aantal keren knijpen dan met je niet-schrijfhand.
Het verschil is *groot / klein*.
Probeer een verklaring te vinden.
- Leerling 2:
Met de schrijfhand kan je *meer / minder* aantal keren knijpen dan met je niet-schrijfhand.
Het verschil is *groot / klein*.
Probeer een verklaring te vinden.

Dit experiment toont een groot verschil in aantal keren knijpen wanneer er een uitgesproken handigheid is. Spieren die meer gebruikt worden, gaan in massa toenemen en dus sterker worden. Als je rechtshandig bent, dan gebruik je je rechterhand veel vaker waardoor je rechterhand veel langer een inspanning kan volhouden.

Echter zijn er leerlingen die sporten utoefeningen waarbij de spierkracht van beide handen getraind wordt. Bij een kickbokser kan het verschil in aantal keren knijpen zeer klein zijn ondanks een grote uitgesproken links- of rechtshandigheid. Dit komt omdat bij deze sport geoeftend wordt in touwspringen en oefeningen met een handknijper worden uitgevoerd.

Bij leerlingen die bijvoorbeeld veel met de linkerhand doen en enkel schrijven met de rechterhand zal het verschil in aantal keer knijpen tussen links en rechts ook zeer klein zijn.

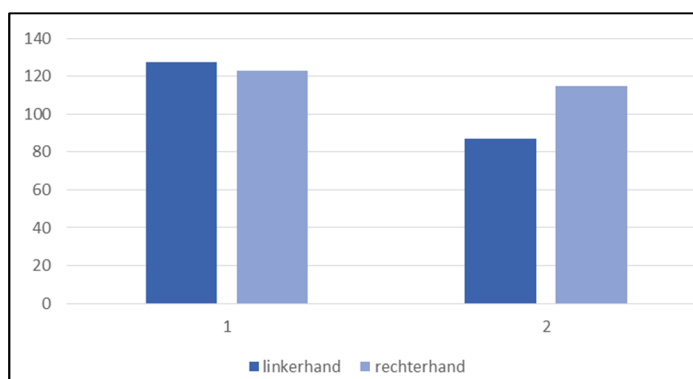
De leerlingen moeten dus zelf gaan nadenken waarom het verschil in aantal keren knijpen groot of klein is.

Hieronder volgt de bespreking van resultaten van leerlingen.

Leerling	Linkerhand		Rechterhand	
	1 ^{ste} meting	2 ^{de} meting	1 ^{ste} meting	2 ^{de} meting
1 (Hannah)	118	137	135	111
2 (Demi)	89	85	127	103

Hannah is rechtshandig en toch is ligt het gemiddelde van de linkerhand een heel kleine beetje hoger dan bij de rechterhand (zie figuur 6). Hannah turnt enkele uren per week en daarbij gebruikt ze vooral haar linkerhand.

Demi is rechtshandig en er is tussen het staafdiagram van de linker- en de rechterhand meer verschil te zien.



Figuur 6: resultaten leerling 1 (Hannah) en leerling 2 (Demi)

Besluit

De hand die je het meeste gebruikt, zal het meeste aantal keren kunnen knijpen. Als je zowel je rechter- als linkerhand vaak gebruikt zal het verschil in aantal keren knijpen klein zijn.

Metten met sensoren

Benodigdheden

TI-Nspire handheld

Het grafisch rekenoestel TI-Nspire kan gebruikt worden tijdens de wetenschapslessen om data te capteren en te verwerken. Via een interface kunnen één of meerdere sensoren worden gekoppeld. Een aparte app op het rekenoestel maakt het voor wetenschappers mogelijk om makkelijk data en grafieken van experimenten te verkrijgen zonder alle functies van het rekenoestel te kennen.



Figuur 7: TI-Nspire CX CAS

Lab cradle

Als interface voor het grafisch rekenoestel wordt de lab cradle gebruikt. Het grafisch rekenoestel kan op de lab cradle geschoven worden en de interface bevat poorten om sensoren aan te sluiten. De handkrachtsensor is een analoge sensor en wordt in poort 1 (ch 1) ingeplugd.



Figuur 8: poorten op de lab cradle

Handkrachtsensor

Deze sensor werkt door plug-and-play met de app op de TI-Nspire. Het kan zijn dat de sensor al een beginwaarde verschillend van nul aangeeft. Dan kan de sensor best weer op nul gezet worden. Het grote grijze oppervlak meet de handkracht. Het kleine oppervlak meet de kracht van een vinger.



Figuur 9: handkrachtsensor

De kracht wordt uitgedrukt in Newton (N).

Opstelling sensor + lab cradle + TI-Nspire

De sensor is in de lab cradle ingeplugd. De TI-Nspire handheld is op de lab cradle geschoven. Wanneer de Nspire met de lab cradle gekoppeld wordt, zal automatisch de software voor experimenten opstarten.



Figuur 10: opstelling


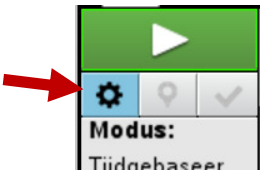


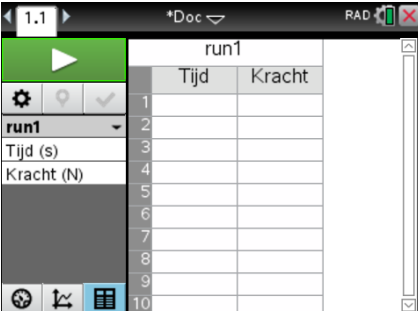
Instellingen

Scan deze QR-code (zie figuur 11) met een QR scanner op je smartphone. In dit filmpje wordt uitgelegd hoe je de instellingen maakt voor deze experimenten.



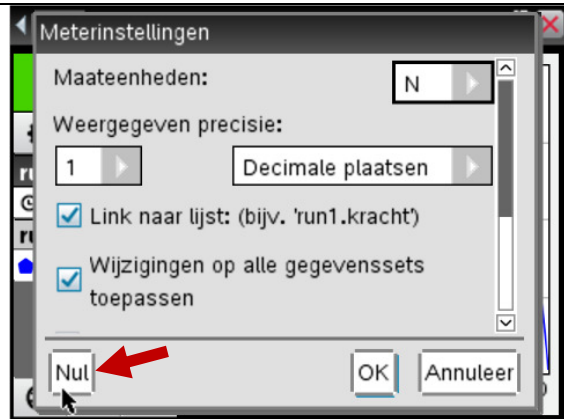
Figuur 11: QR-code tutorial op YouTube

Hieronder volgt ook nog een beknopte uitleg.

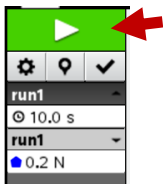
<p>Wanneer de TI-Nspire op de lab cradle wordt geschoven, opent de app voor de dataverzameling automatisch. Als dit niet automatisch opent, dan tik je op de home knop en kies je het groene icoon met de erlenmeyer.</p> 	 <p>Je ziet de poort waarin de sensor is bevestigd (ch 1) en de meetwaarde met de eenheid van de sensor (N).</p>
<p>Om het aantal meetwaarden en de duur van de meting in te stellen, kan je op het instellingen-symbool tikken. Dan opent het scherm van de setup gegevensverzameling.</p> 	
<p>Onderaan het beeld heb je drie weergave mogelijkheden; meter-, grafiek- en tabel weergave.</p> 	 <p>tabel weergave</p>

Als de sensor geen nul waarde aangeeft dan kan de sensor best eerst handmatig op nul gezet worden.

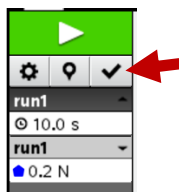
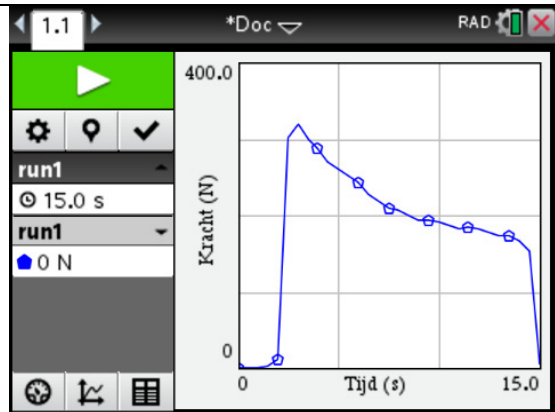
Menu – 1: Experiment – 9: Sensoren instellen – 1: Hand Dynamometer



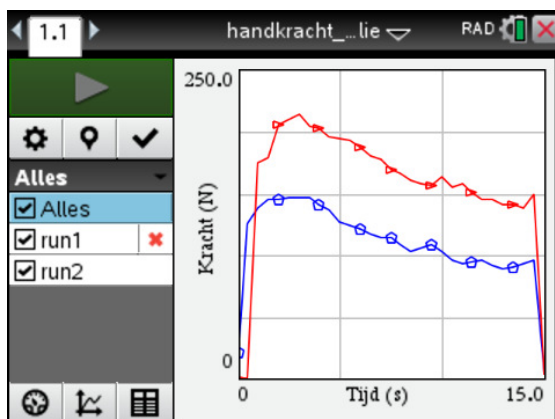
Links onderaan in dit instellingsmenu kan je de sensor op nul zetten door op 'Nul' te tikken en af te sluiten met 'OK'.



De meting start wanneer op de groene knop gedrukt wordt. Na de ingestelde duur stopt de datameting automatisch en herschaalt de grafiek.



Indien je twee gegevenssets op eenzelfde grafiek wilt weergeven, klik je na de eerste meting (run 1) op het V symbol. Daarna wordt bij een volgende datameting de gegevens ondergebracht in run 2. Je kan de gewenste runs aanvinken op de grafiek.



Experiment 3; handkrachtsensor

Onderzoeksopdracht

Wat gebeurt er met onze spierkracht als we de handspieren vermoeien?

Benodigheden

- Ti-Nspire
- Lab cradle
- Handkrachtsensor
- Handknijper

Instellen van verzamelmodus

Verzamelmodus: tijd gebaseerd

Snelheid: 2 meetwaarden/s

Duur: 15 s

Sensor op nul zetten (Menu – 1 – 9 – 1)

Uitvoeren experiment

1. Neem de handkrachtmeter in de hand. Knijp 1 seconde na het startsignaal zo hard mogelijk op de handkrachtmeter (zie figuur 12).
2. Start de meting en geef het startsignaal aan de proefpersoon.
3. Bewaar deze meting als run 1 (→ V).
4. Knijp 60x traag op de handknijpers en start direct hierna de meting opnieuw.
5. Bewaar deze meting als run 2 (→ V).
6. Knijp 60x traag op de handknijpers en start direct hierna de meting opnieuw.
7. Bewaar deze meting als run 3 (→ V).

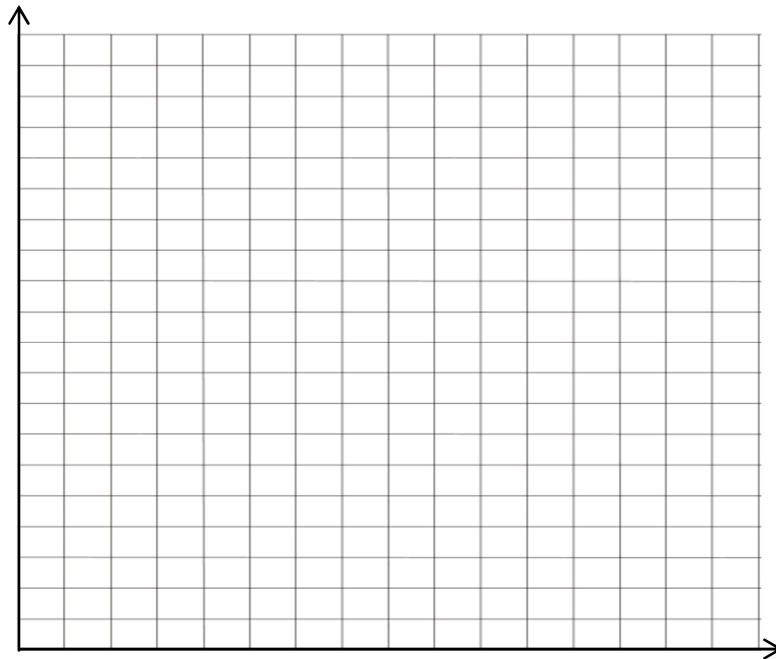


Figuur 12: vastnemen en knijpen handkrachtmeter

Resultaten

Maak een schets van de drie metingen op één grafiek.

- Benoem de assen met de grootte (eenheid).
- Maak een legende voor de drie metingen



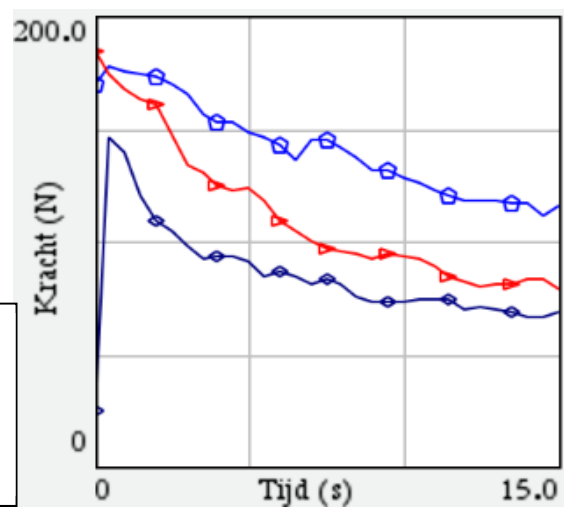
Verklaring

- Blijft de kracht van de eerste meting gedurende 15 seconden constant? Verklaar.
- Vergelijk de drie metingen met elkaar? Wat zie je? Verklaar.

Uit de resultaten van experiment 3 kunnen we zien dat de kracht van elke run apart daalt. De skeletspieren kunnen de kracht niet lang aanhouden.

Na elke knijpsessie van 60x is de krachtmeting die erop volgt gedaald. Ook dit toont aan dat de spieren moe worden.

Meting 1
Meting 2
Meting 3



Figuur 13: resultaten experiment 3

Besluit

De kracht daalt wanneer de handspieren vermoeid raken.

Doordat de leerlingen bij dit experiment direct de resultaten op hun scherm zien verschijnen, kunnen ze dit ook linken aan het gevoel in hun handspieren. Ze voelen de vermoeidheid en die wordt ook weergegeven in de grafiek.

Hiermee wordt ook aangetoond dat tijdens de eerste meting de spieren meer kracht kunnen ontwikkelen. Als je op een hoog niveau aan competitiesport doet, dan moet je tijdens de opwarming al niet in het rood gaan. Je spieren zijn dan al moe en moeten eerst herstellen vooraleer ze weer kunnen pieken.

Experiment 4; handkrachtsensor

Onderzoeksopdracht

Is er een verschil in knijpkracht tussen de linker- en de rechterhand?

Benodigdheden

- Ti-Nspire
- Lab cradle
- Handkrachtsensor

Instellen van verzamelmodus

Verzamelmodus: tijd gebaseerd

Snelheid: 2 meetwaarden/s

Duur: 15 s

Sensor op nul zetten (Menu – 1 – 9 – 1)

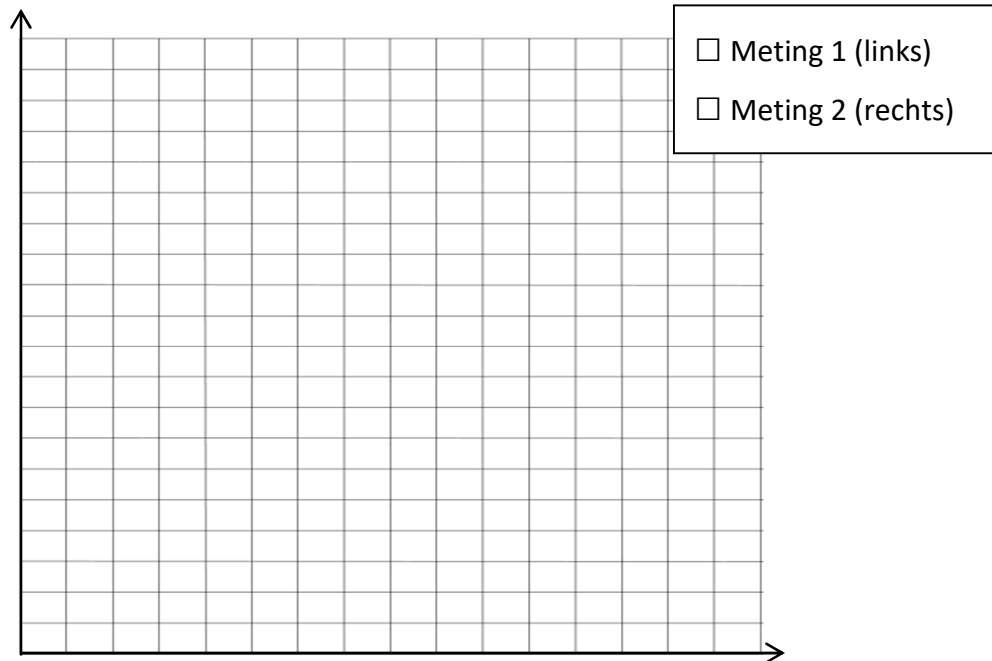
Uitvoeren experiment

1. Neem de handkrachtmeter in de linkerhand. Knijp 1 seconde na het startsignaal zo hard mogelijk op de handkrachtmeter.
2. Start de meting en geef het startsignaal aan de proefpersoon.
3. Bewaar deze meting als run 1 (V).
4. Neem de handkrachtmeter in de rechterhand. Knijp 1 seconde na het startsignaal zo hard mogelijk op de handkrachtmeter.
5. Start de meting en geef het startsignaal aan de proefpersoon.
6. Bewaar deze meting als run 2 (V).

Resultaten

Maak een schets van deze twee metingen op één grafiek.

- Benoem de assen met de grootte (eenheid).
- Kleur de legende.

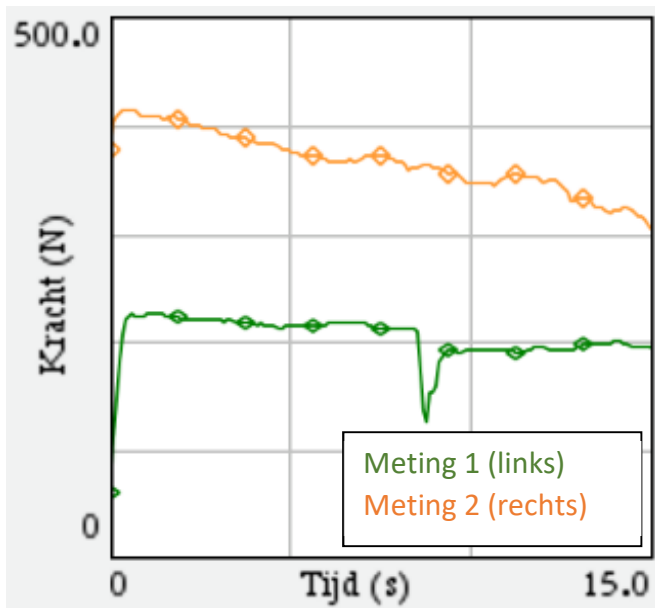


Verklaring

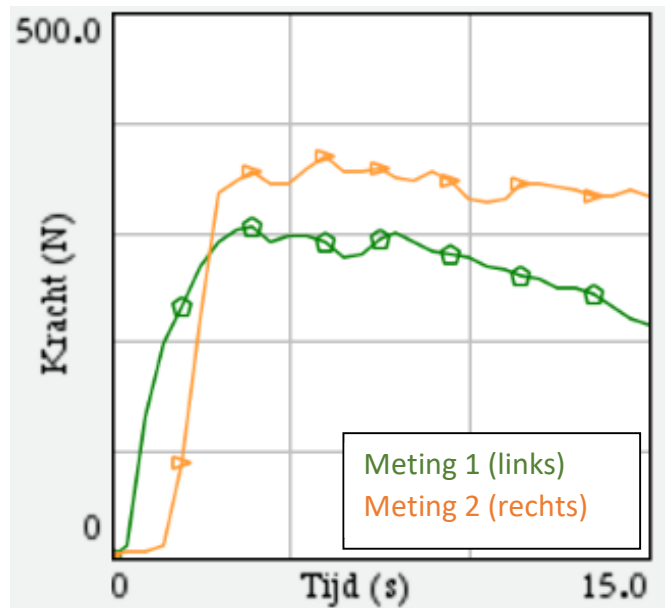
Vergelijk de grafiek van kracht in de linkerhand met de grafiek van de kracht in de rechterhand.

- Gebruik je je linkerhand en rechterhand evenveel?
- Welke sport beoefen je?
- Tracht een verklaring te geven voor je resultaten.

Met dit experiment kan je de rechts- of linkshandigheid heel makkelijk aantonen. Uiteraard zijn er leerlingen die zowel handelingen met links als met rechts uitvoeren. Dan zal het verschil in kracht veel kleiner zijn.



Figuur 15: resultaat experiment 4 van Danny



Figuur 14: resultaat experiment 4 van Frank

We gaan even de resultaten uit figuur 14 en 15 bespreken. Beide proefpersonen zijn rechtshandig, ongeveer even oud en spelen op zeer regelmatige basis tennis. Bij beide personen is de kracht die de rechterhand genereert groter, want ze zijn rechtshandig. Tennissers moeten hard knippen op hun racket met hun slaghand. De slaghand is bij beide personen de rechterhand. Hierdoor is er sowieso al een uitgesproken verschil tussen de meting van de linker- en de rechterhand. Met de rechterhand moet hard geknepen worden gedurende het hele spel. De rechterhandspieren worden harder getraind tijdens een tenniswedstrijd.

De maximale kracht van Danny met rechts is 414 N en met links 225 N. Voor Danny bedraagt het verschil 189 N.

De maximale kracht van Frank met rechts is 370 N en met links 305 N. Voor Frank bedraagt het verschil 65 N.

Bij Danny is het verschil in kracht tussen de linker- en de rechterhand meer uitgesproken dan bij Frank. Frank is echter kinesist en zal bij het behandelen van een patiënt zowel zijn linker- als zijn rechterhand gebruiken. Dit verklaart wellicht waarom het verschil in kracht tussen links en rechts bij Frank kleiner is ondanks het beoefenen van de tennissport.

Besluit

Bij sommige leerlingen is er een groot verschil tussen de sterkte van de linker- en de rechterhand. Als je bijvoorbeeld rechtshandig bent dan gebruik je die spieren vaker waardoor ze sterker worden.

Spiere die meer gebruikt worden gaan in massa toenemen en dus sterker worden. Bij leerlingen die bijvoorbeeld veel met de linkerhand doen en enkel schrijven met de rechterhand zal het verschil in kracht tussen links en rechts veel kleiner zijn.

De leerlingen kunnen dus zelf gaan nadenken waarom het verschil in aantal keren knippen groot of klein is. Er is een voorbeeld uitgeschreven bij verklaring van dit experiment.

T³-Vlaanderen

T³ staat voor Teachers Teaching with Technology™. Deze organisatie zet nascholingen op om leerkrachten te ondersteunen in het gebruik van technologie in het onderwijs.

Op de website www.T3vlaanderen.be staan vele publicaties met voorbeelden die geschikt zijn voor gebruik binnen de klas. De cahiers zijn bedoeld als lesmateriaal en mogen hiervoor vrij gekopieerd worden.