



## Eksperiment

# Bestemmelse af kondital ved to-punktstest

## Introduktion

I dette forsøg skal man måle en forsøgspersons kondital, det vil sige *den maksimale iltoptagelse pr. kg legemsvægt pr. minut*. Konditallet er udtryk for hvor god ens krop er til at optage og transportere ilt i kroppen, og derefter udnytte ilt i de arbejdende muskler til fx at løbe eller cykle i længere tid.

I forsøget bestemmes konditallet ved en to-punkts-test, og ikke som en direkte måling af den maksimale iltoptagelse.

Forsøget udføres på en elektronisk motionscykel som kan måle watt. Under selve forsøget skal forsøgspersonen cykle i fem minutter på to forskellige belastninger. Ved arbejde 1 skal forsøgspersonen opnå en konstant puls på cirka 120 slag pr. min, og ved arbejde 2 en puls på cirka 160 slag pr. minut. Antallet af watt justeres enten via belastningen eller ved omdrejningsfrekvensen (hastigheden).

## Formål

At bestemme en forsøgspersons kondital ud fra en to-punkt-test.

## Materialer

Elektronisk motionscykel  
Pulsur/pulsmåler

## Fremgangsmåde

Forsøget udføres i grupper. Gruppen vælger inden forsøgsdagen en forsøgsperson, som skal være omklædt til forsøget.

1. Cyklen indstilles så den passer til forsøgspersonens højde.
2. Forsøgspersonen får pulsur eller pulsmåler på, og man sikrer at der er signal.
3. Opvarmning: Forsøgspersonen cykler i cirka tre minutter ved lav belastning, cirka 60-90 watt for piger og 75-120 watt for drenge afhængig af personens højde og fysiske form. Pulsen aflæses og bruges til at fastlægge belastningen for arbejde 1.
4. Arbejdsbelastningen til arbejde 1 fastlægges sådan at forsøgspersonen forventes at få en puls på cirka 120 slag pr. minut. Cyklen indstilles til den fastlagte arbejdsbelastning.
5. Forsøgspersonen cykler i fem minutter på den fastlagte belastning så pulsen efter 3-4 minutter bliver konstant omkring 120 slag pr. minut (= steady state).
6. Efter fem minutter aflæses den præcise puls. Pulsen og arbejdsbelastning i watt noteres i resultatskema 1, og cyklingen ophører. Forsøgspersonen holder pause ind til pulsen er under 100 slag pr. minut.
7. Belastningen på cyklen indstilles så pulsen forventes at blive omkring 160 slag pr. minut.



8. Forsøgspersonen gør klar til at cykle igen, og startpuls (under 100 slag pr. minut) noteres i resultatskema 2 til tiden 0 min. Puls noteres hvert halve minut under cyklingen, og efterfølgende til den igen er under 100 slag pr. minut.
9. Forsøgspersonen cykler igen i fem minutter på den fastlagte belastning så pulsen bliver cirka 160 slag pr. minut ved steady state. Belastning (watt) og slutpuls noteres som før i resultatskema 1.
10. Pulsregistreringen hvert halve minut forsætter indtil pulsen er kommet under 100 slag pr. minut.
11. Konditallet beregnes (se senere).

### Resultatskema 1

|                       | Arbejde 1 | Arbejde 2 |
|-----------------------|-----------|-----------|
| Arbejde (watt)        |           |           |
| Puls (slag pr. minut) |           |           |

Figur 1. Resultatskema 1.

### Resultatskema 2

| Tid (minutter)        | 0   | 0,5 | 1   | 1,5 | 2   | 2,5 | 3   | 3,5 | 4   |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Puls (slag pr. minut) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Tid (minutter)        | 4,5 | 5   | 5,5 | 6   | 6,5 | 7   | 7,5 | 8   | 8,5 |
| Puls (slag pr. minut) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Figur 2. Resultatskema 2.



## Beregning af konditallet

I den følgende beregning af konditallet får man brug for lidt matematisk udholdenhed. Pointen i udregningen er først at finde frem til det maksimale cykelarbejde, forsøgspersonen kan klare. Det maksimale arbejde omregnes derefter til iltforbrug og kondital for forsøgspersonen, idet et vist arbejde svarer til en vis mængde optaget ilt.

Først bestemmes det maksimale cykelarbejde. I et koordinatsystem afsættes de to værdier for arbejdsintensitet i watt (x) og puls (y).

Ud fra en lineær regression findes den maksimale arbejdsbelastning. Det svarer til x-værdien når  $y = 220 - \text{alder}$ .

Det maksimale cykelarbejde omregnes nu til det totale arbejde, forsøgspersonen udfører, ved at korrigere for den såkaldte *nyttevirkning*. Det maksimale cykelarbejde udgør nemlig kun en mindre del af det totale arbejde, kroppen har udført, idet en masse energi bruges på fx gnidningsmodstand i musklerne. Til denne energiproduktion forbruges også ilt. Ved cykling er nyttevirkningen ca. 23 %. Det vil sige at kun 23 % af kroppens arbejde går direkte til at drive cyklen, langt størstedelen bliver til kropsvarme. Det totale arbejde kan derfor udregnes på følgende måde:

$$\text{Totale arbejde (watt)} = \frac{\text{Maksimalt cykelarbejde (watt)} \cdot 100}{23}$$

Det totale arbejde omregnes til kilojoule pr. minut ved at gange med 60 og dividere med 1000 (idet en watt svarer til en joule pr. sekund).

Nu mangler man blot at beregne hvor meget ilt, der må være blevet optaget i kroppen for at udføre det totale arbejde. Her ved man at for hver liter ilt man optager i kroppen, sker der en energifrigivelse på ca. 20,5 kilojoule via cellernes respiration. Forsøgspersonens maksimale iltoptagelse kan derfor beregnes på følgende måde:

$$\text{Maksimalt iltoptagelse} = \frac{\text{Totale arbejde (kJ pr. minut)}}{20,5 \text{ (kJ pr. L ilt pr. minut)}}$$

Den udregnede maksimale iltoptagelse dækker iltforbruget til forsøgspersonens totale arbejde. Hertil skal lægges kroppens iltoptagelse i hvile som er cirka 0,3 L ilt pr. minut.

Til slut omregnes den maksimale iltoptagelse pr. minut til kondital ved at dividere med forsøgspersonens kropsvægt (kg) samt gange med 1000 for at omregne fra liter til mL. Dermed får man konditallet udtrykt i mL ilt optaget pr. min pr. kg kropsvægt.



## Rapportvejledning

### Formål

Skriv et formål med øvelsen efter at have læst vejledningen mm.

### Teori

- Forklar med egne ord, hvad man forstår ved kondital
- Redegør for hvorfor kroppen (muskelcellerne) behøver ilt - og mere ilt, når de arbejder
- Forklar hvordan ilt kommer fra luften ud til de arbejdende muskelceller

### Fremgangsmåde

Forklar med dine egne ord kort hvordan forsøget udføres og hvordan konditalet bestemmes.

### Resultater

Resultatafsnittet skal indeholde:

- Udfyldt resultatskema 1 fra 2-punkt-testen
- XY-kordinatsystem som viser hvordan I fandt forsøgspersonens maksimale ydre arbejde
- Beregning af forsøgspersonens kondital
- Pulskurve der viser pulsen som funktion af tiden under og efter arbejde 2

### Diskussion

1. Vurdér forsøgspersonens kondital i forhold til normalværdier for unge mennesker (se figur 121b, Biologi i udvikling side 88). Hvordan stemmer resultatet overens med hvor fysisk aktiv forsøgspersonen er til daglig?
2. Angiv nogle mulige fejlkilder ved testmetoden som gør, at resultatet måske ikke stemmer helt overens med forsøgspersonens faktiske kondital.
3. Forklar den fremkomne pulskurve for arbejde 2. Hvor lang tid er kredsløbet om at indstille pulsen til det pågældende arbejde? Forklar begrebet iltgæld og inddrag figur 150 fra Biologi i udvikling side 106.
4. Angiv nogle grunde til at det er vigtigt at have et højt kondital.

### Konklusion

Skriv en kort konklusion på forsøget i forhold til formålet med det.