

Literatuur

1. Capelli, C., Pendergast, D.R. & Termin, B. (1998). Energetics of swimming at maximal speeds in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 78 (5), 385-393.
2. Cappaert, J.M., Pease, D.L. & Troup, J.P. (1996). Biomechanical highlights of world champion swimmers. In: J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert & T.A. Trappe (eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming VII*, pp. 76-80. London: E & FN Spon.
3. Costill, D. L. (1998). Training adaptations for optimal performance. Invited lecture at the *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII Conference*, Jyväskylä, Finland.
4. Giulio, J. V. & Stevens, G. G. (1989). The prevention and treatment of injuries to the shoulder in swimming. *Sports Medicine*, 7, 182-204.
5. Grimston, S.K. & Hay, J.G. (1986). Relationships among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18, 60-68.
6. Hawley, J.A. & Williams, M.M. (1991). Relationship between upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. *International Journal of Sports Medicine*, 12, 1-5.
7. Hawley, J.A., Williams, M.M., Vickovic, M.M. & Handcock, P.J. (1992). Muscle power predicts freestyle swimming performance. *British Journal of Sports Medicine*, 26, 151-155.
8. Kenal, K. A. F. & Knapp, L. D. (1996). Rehabilitation of injuries in competitive swimmers. *Sports Medicine*, 22 (5), 337-347.
9. Keppenhaw, B.C. & Yanai, T. (1995). Limb motion and body roll in skilled and unskilled front crawl swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27 (5), Supplement abstract 1299.
10. Kucera, M. (1980). *Algemene oefentherapie*. Paramedische bibliotheek, De Tijdstroom.
11. Minteil, K.M., Rouard, A. H., Dufour, A. B., Cappaert, J. M. & Troup, J. P. (1996). Swimmers' shoulder: EMG of the rotators during a flume test. In: J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert & T.A. Trappe (eds.), *Biomechanics and medicine in swimming VII*, pp. 90-95. London: E & FN Spon.
12. Sharp, R.L. (1993). Prescribing and evaluating interval training sets in swimming: a proposed model. *Journal of Swimming Research*, 9, 36-40.
13. Stocker, D., Pink, M. & Jobe, F.W. (1996). Comparison of shoulder injury in collegiate and masters level swimmers. In: J.P. Troup, A.P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J.M. Cappaert & T.A. Trappe (eds.), *Biomechanics and medicine in swimming VII*, pp. 90-95. London: E & FN Spon.
14. Tanaka, H., Costill, D.L., Thomas, R., Flink, W.J. & Widrick, J.J. (1993). Dry-land resistance training for competitive swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 952-959.
15. Baechle, T.R. (1994). *Essentials of strength training and conditioning*. Human Kinetics / National Strength and Conditioning Association.
16. Yanai, T. & Hay, J.G. (2000). Shoulder impingement in front-crawl swimming (II): Analysis of stroking technique. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (1), 30-40.

De auteur

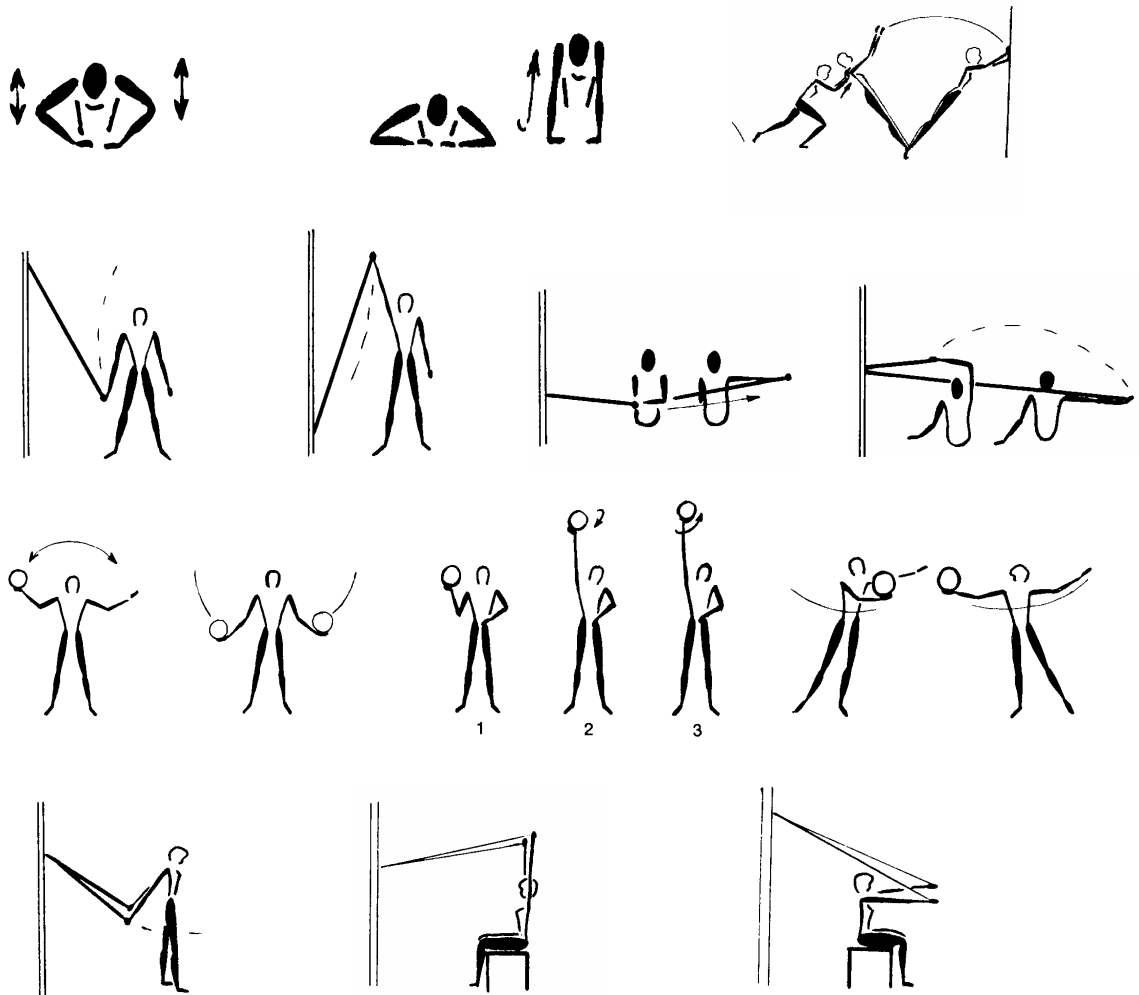
Drs. Diana Laarman studeerde aan de Faculteit der Bewegingswetenschappen van de Vrije Universiteit in Amsterdam. Zij is momenteel werkzaam als inspanningsfysioloog bij NeoMed in Den Haag, een bureau voor medische keuringen voor sporters en bedrijven.

wanneer bij de krachttraining gebruik gemaakt wordt van een isokinetische zwembank. De bewegingen die op de zwembank gemaakt worden komen niet overeen met de bewegingen van de vrije slag. Bij de zwembank ligt het lichaam namelijk horizontaal en de doorhaal die gemaakt wordt is een retroflexie. Terwijl het lichaam in het water van horizontaal naar een hoek van 90° t.o.v. horizontaal draait en de doorhaal tijdens de vrije slag voornamelijk een adductie is.

Blessurepreventie

Krachttraining op het droge met als doel blessurepreventie kan wel nuttig zijn. Met behulp van spierversterkende oefeningen kan de stabiliteit van de schouder vergroot worden (4,8). Hieronder volgt een aantal voorbeelden van spierversterkende oefeningen. Sommige worden zonder hulp van materialen gedaan, bij andere wordt gebruikt gemaakt van een medizinbal of een rubberband en wandrek. Uiteraard zijn er meerdere mogelijkheden en materialen te bedenken die hetzelfde effect zullen hebben.

(Uit: Kucera, M. Algemene oefentherapie, 1980)



Bijzondere coördinatiepatronen

Met betrekking tot de stroomlijning van het lichaam (minder weerstand) tijdens borstcrawl is een goede uitvoering van de body roll -het draaien van het lichaam om de horizontale as - van belang. De heup en de schouder moeten als een eenheid draaien en een hoek maken van 90° t.o.v. het horizontale wateroppervlak. Deze draai van het lichaam zou tegelijk met het begin van de voortstuwing (na de insteek van de hand) plaats moeten vinden. Bij het midden van de voortstuwingsfase zou het lichaam de hoek van 90° t.o.v. horizontaal bereikt moeten hebben. Het uitvoeren van een goede body roll wordt makkelijker wanneer de zwemmer bij het draaien ook een krachtige kick met de benen maakt (2,4,9).

Daarnaast is het hoog houden van de elleboog, met name bij de insteek en het begin van de voortstuwingsfase, van belang. Door het hoog houden van de elleboog is de weerstand die de arm ondervindt kleiner en gaat minder energie verloren (2,16).

Behalve het verminderen van weerstand zijn bepaalde bewegingspatronen ook van belang om de kans op schouderletsel te verkleinen.

Bij de insteek van de hand is de humerus 180° geabduceerd, ofwel de arm is maximaal gestrekt. Tijdens de insteek wordt de arm nog net iets verder gerekt om op die manier zoveel mogelijk water te pakken. Dit rekken tijdens maximale strekking in het schoudergewricht kan tot schouderletsel leiden. Door een elevatie van het schouderblad van de instekende arm en een depressie van het schouderblad van de herstellende arm, kan de romp een zijwaartse buiging maken zonder dat de zwemmer een bocht door het water maakt. Op deze manier kan een zelfde hoeveelheid water gepakt worden zonder de schouder te veel gerekt wordt. Hierdoor wordt de kans op schouderletsel kleiner (16).

De meeste schouderletsels ontstaan tijdens de herstelfase. Een goed gecoördineerde abductie en exorotatie is erg belangrijk tijdens deze fase. Exorotatie van de humerus is nodig om volledig te kunnen abducen. Wanneer tijdens de herstelfase niet genoeg geëxoroteerd wordt, ontstaat er bij 90° abductie contact (wrijving) tussen de tuberculum major van de humerus en het acromion. Zwemmers zouden zich moeten aanleren om vroeg in de herstelfase de arm in het schoudergewricht te exoroteren om zo de kans op schouderletsel te verkleinen (4,16).

Schouderletsel ontstaat bij de meeste zwemmers aan de ademhalingskant. Dit is onder andere het gevolg van een grotere strekking in het schoudergewricht en een kleinere elevatie van het schouderblad aan de ademhalingskant. Het aanleren van wisselende ademhalingskanten en een goede body roll naar beide kanten om zo de ademhaling makkelijker te maken, kan de kans op letsel verminderen (4,16).

Geschikte krachtoefeningen

Prestatieverbetering

Krachtraining is erg specifiek. Dit wil zeggen, dat de oefeningen die gedaan worden zo veel mogelijk overeen moeten komen met de bewegingen zoals die tijdens de wedstrijd gemaakt worden. Alleen wanneer er specifiek getraind wordt, treden trainingseffecten op in de spieren die van belang zijn voor het verbeteren van de prestaties (4,15). De grootste winst in zwemsnelheid is dan ook te halen door te zwemmen (14). Door de weerstand tijdens het zwemmen te vergroten, bijvoorbeeld door het dragen van een t-shirt of het gebruik van handpaddles, wordt het vermogen van de zwemmer getraind bij de meest specifieke beweging die gemaakt kan worden.

De beweging van de vrije slag is zeer specifiek door de combinatie van de body roll met de voortstuwing (en de ademhaling) en het vinden van een evenwicht in een medium zoals water. Prestatieverbetering door middel van krachtraining op het droge is, door het ontbreken van de specifieke coördinatiepatronen en balans, iets wat niet verwacht hoeft te worden. Ook niet

creatinefosfaat voor de resynthese van ATP zorgen, dit is het zogenaamde fosfaatsysteem. Na ca. 30 seconden wordt de energie voornamelijk geleverd door de anaërobe glycolyse.

Actieve spiergroepen

De cyclus van de armen is bij borstcrawl te verdelen in twee fasen, de voortstuwingsfase en de herstelfase. De voortstuwingsfase begint met de arm maximaal geabduceerd (180° abductie van de humerus) en maximaal geëxoroteerd en eindigt in maximale adductie en endorotatie. Tijdens de herstelfase wordt de arm weer terug gebracht naar maximale abductie en exorotatie. Tijdens de voortstuwingsfase zijn met name de volgende spieren (concentrisch) actief (4,5,8,11,16):

- m. serratus anterior
- m. subscapularis
- m. latissimus dorsi
- m. pectoralis major
- m. teres major
- m. teres minor
- m. triceps brachii
- m. biceps brachii

Spieren die met name tijdens de herstelfase (concentrisch) actief zijn:

- m. deltoideus
- m. supraspinatus
- m. infraspinatus
- m. serratus anterior

Voorkomende bewegingssnelheden en hoeksnelheden

De zwemsnelheid van topzwemmers ligt bij vrouwen tussen 1.6 m/s en 2.1 m/s en bij heren tussen 1.9 m/s en 2.3 m/s. De hoeksnelheden die hierbij in het schoudergewricht optreden liggen tussen $400^\circ/\text{s}$ en $600^\circ/\text{s}$.

Specifiek relevante gewrichtshoeken

De grootste versnelling van de zwemmer wordt verkregen vanaf de insteek tot ongeveer het midden van de voortstuwingsfase. In deze fase krijgt het water zijn snelheid en wordt de traagheid overwonnen (4). De grootste kracht moet dus geleverd worden vanaf 180° abductie tot ca. 90° abductie.

Met betrekking tot het krijgen van schouderletsel is 180° abductie een kritieke gewrichtshoek. Bij de insteek van de hand strekt de zwemmer zijn arm maximaal, om zo veel mogelijk water te pakken. Het water oefent een kracht uit op de hand en omdat de arm maximaal gestrekt is, wordt er een groot moment op het schoudergewricht uitgeoefend. Door de kracht van het water wordt de arm nog verder gestrekt ("overstrekt"). Dit kan leiden tot blessures (16).

Naast de 180° abductie in de humerus is ook de 90° abductie een kritieke hoek. Erg belangrijk is, dat de humerus tijdens de abductie ook exoroteert. Wanneer dit niet of onvoldoende gebeurt, ontstaat er bij 90° abductie contact (wrijving) tussen de tuberculum major van de humerus en het acromion. Dit kan tot blessures leiden (4,16).

Ook 90° abductie van de humerus tijdens de voortstuwingsfase is een kritieke hoek. Wanneer de humerus in deze positie te veel geëndoroteerd is, ontstaat hetzelfde probleem als tijdens de herstelfase. Het te veel endoroteren tijdens de voortstuwingsfase kan het gevolg zijn van de hoge elleboog (16).

Diana Laarman

Zwemmen (borstcrawl)

Inleiding

Bij zwemmen wordt afgezet tegen water, dat hierdoor verplaatst wordt en snelheid krijgt. Het gevolg van deze waterverplaatsing is, dat het uitwendig vermogen dat door een zwemmer geleverd wordt maar deels ten goede komt aan zijn eigen zwemsnelheid. De rest gaat verloren aan de snelheid die aan het water wordt gegeven. De prestatie die door de zwemmer geleverd wordt is met name afhankelijk van het vermogen dat het bovenlichaam kan leveren (3,6). Een “zwemmers schouder” is een verzamelnaam van blessures aan verschillende structuren van het schoudergewricht. Als gevolg van de vorm van het schoudergewricht, de snelle, herhaalde bewegingen in het gewricht en de grote krachten op het gewricht, lopen zwemmers een groot risico op het verkrijgen van blessures aan de schouder (4,8). Vanwege deze blessures en het feit, dat het vermogen van het bovenlichaam prestatiebepalend is voor de zwemmer, beperkt deze analyse zich tot de bewegingen van het bovenlichaam.

Belangrijkste grondmotorische eigenschappen

Het sprintvermogen van een zwemmer is in eerste instantie afhankelijk van zijn kracht en zijn maximale snelheid. Daarnaast is het sprintvermogen afhankelijk van coördinatiepatronen. (3,7,12). Wanneer een zwemmer goed getraind is en voldoende spiervermogen bezit, kunnen betere prestaties geleverd worden door de coördinatiepatronen te optimaliseren. Hierbij moet gedacht worden aan bijvoorbeeld de timing van de body roll (schouder- en heuprol), het kicken van de benen en de insteek van de hand (1,2,9). In principe is ook de lenigheid in het schoudergewricht een belangrijke motorische eigenschap voor sprinten (8). Echter, deze lenigheid resulteert vaak in instabiliteit van het schoudergewricht en kan daardoor blessures veroorzaken. De zwemmer zou daarom, ter voorkoming van dit soort blessures, krachttraining in het trainingsprogramma op kunnen nemen om de stabiliteit van het schoudergewricht te verbeteren (8,13).

Belangrijkste energieleverende systemen

De onderstaande tabel laat zien, dat de sprints door topzwemmers binnen de 2 minuten gezwommen worden.

Nederlandse records vrije slag	Dames	Heren
50m	0:24:28	0:21:71
100m	0:53:34	0:47:20
200m	1:57:17	1:43:82

Voor de energieleverende systemen houdt dit in, dat de gebruikte energie bij al deze sprints anaëroob geleverd wordt. In spieren is bruikbare energie aanwezig in de vorm van ATP. Deze voorraad is echter in een aantal seconden opgebruikt. Tot ongeveer 30 seconden kan