



# Invloed van sport op speeksel

Fysieke belasting zoals sportbeoefening kan van invloed zijn op de secretie en de samenstelling van speeksel. Bij intensieve lichamelijke inspanning daalt de concentratie van immunoglobulinen in speeksel, nemen de eiwitconcentratie - de output aan eiwitten (mg/min) blijft echter gelijk - en de viscositeit van speeksel toe, terwijl de waterige secretie vermindert. Speekselspiegels van testosteron en cortisol nemen respectievelijk toe en af. De concentraties van  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  en  $\text{PO}_4^{3-}$  nemen licht toe of blijven onveranderd. Na een eenmalige fysieke inspanning zijn de genoemde veranderingen reversibel en normaliseert de situatie na een paar uur. Na een langdurige intensieve fysieke inspanning, bijvoorbeeld gedurende enkele maanden, lijkt in het bijzonder de daling van de concentratie van het meest voorkomende immunoglobuline in speeksel (s-IgA) een meer blijvend karakter te krijgen. Dit heeft een nadelig effect op de immunologische afweer, hetgeen nadelig kan zijn voor de gezondheid van de mond en van de bovenste luchtweg. Klachten hierover worden nogal eens gezien bij duursporters die op een hoog niveau sport bedrijven. In deze groep sporters lijkt de combinatie van veranderingen in de samenstelling en de secretie van speeksel, van versterkte mondademhaling, en van aangepaste eet- en drinkgewoonten een grotere kans op erosie en cariës met zich mee te brengen. Indien een goede mondverzorging plaatsvindt, zijn ook voor deze groep sporters de gevolgen voor de mondgezondheid goed beheersbaar.

Bruins GJH, Vissink A, Veerman ECI, Nieuw Amerongen A van. Invloed van sport op speeksel  
Ned Tijdschr Tandheelkd 2008; 115: 467-473

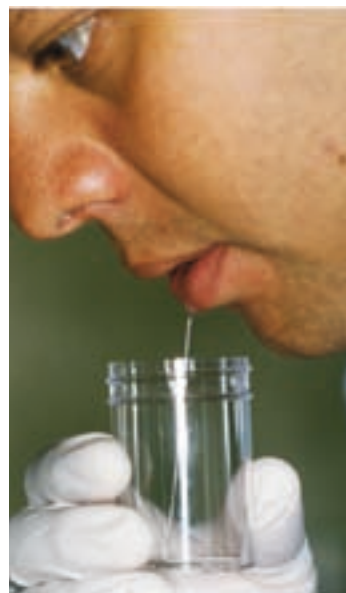
## Inleiding

Speeksel is belangrijk voor de bescherming van de orale weefsels. Het heeft een bufferende werking, draagt bij aan de mechanische reiniging van de orale weefsels, beschermt de orale weefsels tegen slijtage, beïnvloedt de de- en remineralisatie van de harde gebitsweefsels en heeft antibacteriële, antivirale en antimycotische activiteit. Speeksel draagt bij aan de aggregatie van (potentieel) pathogene micro-organismen. De pathogenen worden daardoor met het speeksel naar de maag afgevoerd waar het grootste deel van deze micro-organismen wordt gedood (Van Nieuw Amerongen et al, 2004).

Het belang van speeksel voor de mondgezondheid wordt duidelijk bij een tekort aan speeksel. Dit gaat vaak gepaard met xerostomie, droge gevoelige slijmvliezen, problemen met eten en spreken, een snel voortschrijdend cariësproces en een verhoogde gevoeligheid voor het ontstaan van orale infecties (Van Nieuw Amerongen et al, 2004). Naast zijn functie als beschermer van de mond kan speeksel ook worden gebruikt als monitor voor veranderingen die zich in de mond of elders in het lichaam afspelen. Ondanks een aantal beperkingen die samenhangen met de wijze waarop de speekselsecretie is gereguleerd en die de samenstelling van speeksel bepalen, kunnen bij goede standaardisering veel aspecten en stoffen van speeksel betrouwbaar worden bepaald (afb. 1 en 2). Daarbij valt te denken aan de sterk wisselende samenstelling van speeksel die afhankelijk is van de bijdrage van de verschillende speekselklieren aan het totaalspeeksel, het dag- en nachtritme en de niet altijd constante verhouding tussen de concentratie van bepaalde

stoffen in serum en speeksel. Speekselbepalingen zijn bijvoorbeeld goed bruikbaar bij het monitoren van drugsgebruik (doping), bij het bepalen van de farmacokinetiek van geneesmiddelen, bij het volgen van hormoonspiegels als een functie van de tijd en de mate van inspanning, bij de diagnostiek van bepaalde infectieziekten en bij de diagnostiek van speekselklier- en algemeen lichamelijke aandoeningen (Van Nieuw Amerongen et al, 2004; Vissink et al, 2007).

Fysieke belasting kan zijn weerslag hebben op de secretie en/of de samenstelling van speeksel (Chicarro et al, 1998). Daardoor kan fysieke belasting ook van invloed zijn op de



**Afb. 1.** Het verzamelen van totaalspeeksel. De persoon van wie speeksel wordt verzameld, moet gemakkelijk zitten met de ogen open en het hoofd licht voorover gebogen. Het speeksel dat zich in de mond ophoopt, lekt passief uit de mond en wordt opgevangen in een opvangbakje. Mondbewegingen moeten tot een minimum worden beperkt (rustspeeksel). Als een stimulus wordt toegepast (bijvoorbeeld kauwen op parafilm®) kan het in de mond verzamelde speeksel elke 30 of 60 seconden worden uitgespuugd (gestimuleerd speeksel).



**Afb. 2.** Verzamelen van totaalspeeksel met behulp van een absorptiemethodiek: de Salivette<sup>®</sup>-methode. De persoon van wie speeksel wordt verzameld, wordt verzocht gedurende een bepaalde tijd op een wattenrol te kauwen (a). Vervolgens wordt deze wattenrol in de Salivette<sup>®</sup> geplaatst (b) en wordt de container gecentrifugeerd (c). Het speeksel hoopt zich op op de bodem van de container (d).

mondgezondheid. Een bekende vorm van fysieke belasting is sporten. Overmatig sporten in combinatie met een eetstoornis (anorexia athletica) kan op langere termijn ernstige gevolgen hebben voor de algehele gezondheid. Hierbij moet worden gedacht aan een verandering van lichaamsbouw, een verhoogd risico van hart- en vaatziekten en problemen met de voortplanting vanwege hormonale veranderingen (Brownell et al, 1987). Bij vrouwelijke atleten met onvoldoende energietoevoer zijn een later optreden van de eerste menstruatie en/of onregelmatige menstruatie en osteoporose gerapporteerd (Female Athlete Triad) (Beals en Manore, 2002). Lichte tot matige sportbeoefening kan daarentegen juist een positief effect op het immuunsysteem hebben.

Gezondheid, sport, lichamelijke beweging en speeksel zijn dus met elkaar verbonden. In dit artikel wordt aan de hand van literatuuronderzoek de invloed van sporten (fysieke inspanning) op de secretie en de samenstelling (immunoglobulinen, eiwitten, hormonen, elektrolyten) van speeksel beschreven. In de discussie wordt, naast een kritische beoordeling van de gevonden resultaten, ingegaan op de mogelijke gevolgen van de beschreven veranderingen in speeksel voor de mondgezondheid.

### Materiaal en methode

Met behulp van PubMed en MEDLINE werd een literatuuronderzoek gedaan met de zoektermen 'saliva', 'sports', 'composition' en 'exercise' (Loep en Van Etten-Jamaludin, 2004). Er werden geen beperkingen ingesteld met betrekking tot tijd. Alleen humane onderzoeken geschreven in het Engels of het Nederlands werden geïncludeerd. De literatuurlijsten van de geïncludeerde onderzoeken werden nagezocht op eventueel ontbrekende artikelen (sneeuwbalmethode). De methodologie van de met het geautomatiseerde literatuuronderzoek en de sneeuwbalmethode gevonden artikelen werd beoordeeld en alleen (gerandomiseerde) klinische onderzoeken van voldoende kwaliteit volgens de richtlijnen van de Cochrane-methodiek voor het verrichten van literatuuronderzoek werden opgenomen.

### Eiwitten

Speeksel bevat een breed scala aan eiwitten die door de diverse speekselklieren worden uitgescheiden. Mucinen, amylase en prolinerijke eiwitten vormen de hoofdmoot van de speekseiwitten. Daarnaast zijn tal van eiwitten en peptiden aanwezig die van belang zijn voor de bescherming en handhaving van de orale weefsels. Speeksel bevat naast eiwitten die door de speekselklieren worden gesynthetiseerd en uitgescheiden, ook serumeiwitten die via beschadigingen in de mucosa en de gingiva de mond binnenlekken. Het belangrijkste immunoglobuline in speeksel, s-IgA, wordt weliswaar uitgescheiden door de speekselklieren, maar elders gesynthetiseerd. s-IgA in speeksel is afkomstig van lymfocyten die onder andere rond de acini en afvoergangen zijn gelokaliseerd. Na secretie door lymfocyten wordt het opgenomen door de acinaire cellen van de speekselklieren en vervolgens opgeslagen in secretiekorrels die via de normale route hun inhoud afgeven aan speeksel. Speekselklieren zijn zowel sympathisch als parasympathisch geïnnerveerd. Onder invloed van het sympathische zenuwstelsel met als neurotransmitter noradrenaline worden de speekselklieren aangezet tot secretie van eiwitrijk schuimig speeksel, terwijl prikkeling van het parasympathische zenuwstelsel met als neurotransmitter acetylcholine juist leidt tot secretie van volumineus waterig speeksel. Wanneer de speekselsecretie mechanisch of door smaakprikkelers wordt gestimuleerd, neemt de concentratie evenals de output per tijdseenheid van eiwit toe met de secretiesnelheid (Van Nieuw Amerongen et al, 2004). Ook bij lichamelijke inspanning neemt de totale eiwitconcentratie in speeksel toe. De totale output van eiwit verandert in dit geval niet. Dit suggereert dat de verhoogde eiwitconcentratie niet een gevolg is van een verhoogde eiwitsecretie, maar eerder moet worden gezocht in een verlaging van de waterige secretie in combinatie met een verhoogde verdamping.

In dit verband zijn vooral de eiwitten amylase en s-IgA onderzocht. Hieruit blijkt dat lichamelijke inspanning leidt tot een tijdelijk verhoogde output en activiteit van  $\alpha$ -amylase in speeksel. Binnen enkele uren is het niveau

weer gedaald tot de uitgangswaarde (Ljunberg et al, 1997; Steerenberg et al, 1997; Blannin et al, 1998; Li en Gleeson, 2004; Vissink et al, 2007). De toegenomen activiteit is toegeschreven aan natuurlijke variaties die gedurende de dag in secretie van dit enzym optreden (Li en Gleeson, 2004). Verhoogde concentraties van eiwitten, zoals  $\alpha$ -amylase, zijn echter ook toegeschreven aan een verhoogde concentratie van de catecholaminen adrenaline en dopamine in het plasma als gevolg van fysieke inspanning of als gevolg van afkoeling na afloop van de inspanning (Speirs et al, 1974; Gilman et al, 1979). Chatterton et al (1996) vonden een significante correlatie tussen de concentratie van  $\alpha$ -amylase in speeksel en die van noradrenaline in plasma als een functie van de mate van fysieke inspanning.

Immunoglobulinen in speeksel, in het bijzonder s-IgA, vertonen een ander patroon dan amylase. Een éénmalige inspanning leidt reeds tot een tijdelijke daling van s-IgA (McDowell et al, 1992; Gleeson en Pyne, 2000; Nehlsen-Cannarella et al, 2000; Nieman et al, 2002; Sirimaharaj et al, 2002; Akimoto et al, 2003; Novas et al, 2003; Palmer et al, 2003). Deze daling herstelt zich binnen een aantal uren tot de uitgangswaarde (McDowell et al, 1992; Bishop et al, 2000; Gleeson en Pyne, 2000; Nehlsen-Cannarella et al, 2000; Reid et al, 2001; Li en Gleeson, 2004). Bij langdurige fysieke belasting, zoals in topsport, kan de daling van s-IgA chronische vormen aannemen en een negatief effect hebben op de mondgezondheid alsmede op die van de bovenste luchtwegen, omdat de weerstand tegen infecties wordt verlaagd (Pyne en Gleeson, 1998; Gleeson en Pyne, 2000; Nieman, 2000). De verhoogde vatbaarheid voor luchtweginfecties die wordt gevonden bij topsporters zou mede hierin haar grondslag kunnen vinden. De oorzaak van de inspanningsgerelateerde veranderingen in de s-IgA-concentratie in speeksel is niet bekend (Gleeson et al, 2000).

## Hormonen

Als gevolg van stress en fysieke inspanning wordt het endocriene systeem beïnvloed. Voorbeelden zijn de stijging van de cortisol- en de daling van de testosteronspiegel in zowel serum als speeksel (Kraemer et al, 2001; Dimitriou et al, 2002; Akimoto et al, 2003; Salvador et al, 2003; Costa et al, 2005; Edwards et al, 2006). Een van de effecten van psychologische of fysieke stress is een verhoogde afgifte door de bijnierschors van cortisol, dat daarom ook wel het stresshormoon wordt genoemd. Cortisol heeft vooral effecten op het koolhydraatmetabolisme. Het bevordert de gluconeogenese uit eiwitten (in de spieren) en uit glycogeen in de lever. Verder bevordert cortisol de lipolytische werking van adrenaline en noradrenaline en heeft het anti-inflammatoire en immunosuppressieve effecten. Doordat het de gevoeligheid van de bloedvaten voor (nor)adrenaline verhoogt, werkt cortisol tevens vasoconstrictief. De daardoor ontstane verhoogde bloeddruk en verhoogde efficiëntie van de bloedsomloop resulteren in versneld transport van voedingsstoffen naar de actieve weefsels (Marieb en Hoehn, 2006).

De concentratie van steroïdhormonen in speeksel vertoont een sterke correlatie met die van serum (Hofman, 2001). Omdat het vrije cortisol direct celmembranen passeert, worden veranderingen van vrij cortisol in serum direct zichtbaar in speeksel. Vandaar dat de cortisolconcentratie in speeksel stijgt als gevolg van lichamelijke inspanning (Dimitriou et al, 2002; Akimoto et al, 2003; Elloumi et al, 2003; Costa et al, 2005; Edwards et al, 2006). Soms kan dit effect al voor de aanvang van een wedstrijd worden gemeten (Salvador et al, 2003). Opmerkelijk is de bevinding dat dan in speeksel juist een daling van de cortisolspiegel te zien is (McDowell et al, 1992). Een eenduidige verklaring hiervoor kan niet worden gegeven. Directe veranderingen in orale weefsels als gevolg van verhoogde cortisolconcentraties in speeksel zijn tot dusverre niet gerapporteerd.

Testosteron is een hormoon dat de productie van erytropoëetine (EPO) verhoogt en het hormoon EPO stimuleert de aanmaak van bloedcellen. Daarom is kunstmatige EPO een aantrekkelijk middel voor duursporters, bijvoorbeeld voor wielrenners en marathonlopers. Tevens zorgt testosteron voor vergroting van de bot- en spiermassa in de puberteit. Diverse onderzoeken laten zien dat de testosteronspiegel in speeksel bij fysieke inspanning daalt, gemiddeld met ongeveer 20% (Kraemer et al, 2001; Salvador et al, 2003). Deze daling is van tijdelijke aard: circa 1 uur na beëindiging van de fysieke inspanning is de testosteronwaarde weer op het uitgangsniveau (Kraemer et al, 2001). Daling van de testosteronconcentratie in speeksel op geleide van fysieke inspanning lijkt te kunnen worden verklaard uit een inspanningsgerelateerde stijging van cortisol in het serum (Cefalu et al, 1986; Cooke et al, 1990; Kraemer et al, 2001). Een andere mogelijke verklaring voor de daling van de testosteronspiegel in serum is de invloed van sport en/of stress. Sport en stress beïnvloeden het corticotropine releasing hormone (CRH) en het gonade releasing hormone (GnRH). Door sport en/of stress stijgt het CRH en daardoor (via corticotropine, ACTH) de cortisolspiegel. De aanmaak van GnRH wordt geremd, waardoor minder testosteron wordt aangemaakt (Marieb en Hoehn, 2006).

Melatonine is een hormoon dat wordt geproduceerd door de epifyse. De melatonineconcentratie in serum verandert gedurende de dag. De hoogste waarden worden 's avonds gemeten en lijken te zijn gerelateerd aan het optreden van een slaperig gevoel. De laagste waarden worden rond het middaguur gemeten. Voor (top)sporters die veel reizen is melatonine van belang in verband met het optreden van een verstoring van het dag- en nachtritme (jetlag). Er bestaan aanwijzingen dat een jetlag de trainingsprestaties negatief beïnvloedt. Veranderingen in melatoninespiegels als gevolg van jetlag kunnen gemeten worden in speeksel (Lemmer et al, 2002).

Helaas zijn nog geen gegevens beschikbaar met betrekking tot de hormonale veranderingen in oestrogeen en neuropeptiden als gevolg van fysieke inspanning, al dan niet in combinatie met verminderde energietoevoer. Oestrogeen is

immers verantwoordelijk voor het tot ontwikkeling komen van de vrouwelijke voortplantingsorganen, secundaire geslachtskenmerken en regulatie van de menstruele cyclus (Marieb en Hoehn, 2006). Vrouwelijke atleten die gebaat zijn bij een slank lichaam hebben soms de neiging minder energie tot zich te nemen dan dat de mate van hun sportbeoefening vereist. Deze negatieve energiebalans resulteert in een onderdrukking van het GnRH en die vervolgens in een onderdrukking van het luteïniserend hormoon (LH). Hierdoor wordt de ontwikkeling van het gele lichaam (corpus luteum) geremd en worden minder oestrogenen en progesteron aangemaakt (Warren en Perloth, 2001). Zo is al aangetoond dat lichamelijke inspanning kan leiden tot een lagere progesteronspiegel in speeksel (Ellison en Lager, 1986). Neuropeptiden, zoals 'substance P' en endorfinen, zijn onder andere betrokken bij de geleiding van pijnprikkels. Endorfinen zorgen voor een verhoging van de pijn drempel in onder andere stressvolle situaties. Dit fenomeen is niet onbekend bij duursporters. Het kan onder andere leiden tot een zogenaamde 'runner's high', een roesachtige toestand (Marieb en Hoehn, 2006).

Progesteron wordt onder andere door de ovaria (eierstokken) geproduceerd en speelt een rol bij de menstruatiecycclus. Lichamelijke inspanning lijkt te kunnen leiden tot een lagere progesteronspiegel in speeksel (Ellison en Lager, 1986). Ook met betrekking tot andere hormonen, zoals oestrogenen en neuropeptiden, zijn fluctuaties waargenomen in het serum als gevolg van sportbeoefening (Novas et al, 2003). Speeksel is echter nog niet als monitor gebruikt voor het bepalen van aan sportbeoefening gerelateerde veranderingen van deze hormonen.

### Ionen

Elektrolyten spelen een belangrijke rol bij een aantal processen in de mondholte.  $\text{Ca}^{2+}$  en  $\text{PO}_4^{3-}$ -ionen helpen bij de remineralisatie van glazuur. Daarnaast zijn verschillende enzymen, onder andere  $\alpha$ -amylase, voor hun activiteit afhankelijk van de calciumconcentratie in speeksel (Van Nieuw Amerongen et al, 2004). Verder zijn fosfaationen en vooral bicarbonaationen belangrijk voor de bufferende, zuurneutraliserende werking van speeksel.

In de literatuur is een aantal onderzoeken beschreven naar het effect van lichamelijke inspanning, in het bijzonder sportbeoefening, op de concentratie van elektrolyten in speeksel. Hoewel de uitkomsten van de diverse onderzoeken niet eenduidig zijn, is de algemene tendens dat de concentraties  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  en  $\text{PO}_4^{3-}$  stijgen of onveranderd blijven bij sportbeoefening (Gilman et al, 1979; Dawes, 1981; Ljunberg et al, 1997; Chicarro et al, 1999). Een mogelijke verklaring voor de waargenomen toename in concentratie in sommige onderzoeken is, naast uiteraard hier ook de toegenomen verdamping van water via de mond bij een versterkte mondademhaling, een verminderde aanvoer van bloed naar de speekselklieren waardoor de reabsorptie en de secretoire functie van de speekselklier zouden kunnen

verminderen. Een dergelijk fenomeen zou de toename in concentratie van  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  en  $\text{PO}_4^{3-}$  in gestimuleerde mondvlloeistof, bij een verminderde of onveranderde output van deze elektrolyten, kunnen verklaren (Ljunberg et al, 1997). Daarnaast is een daling van de  $\text{Mn}^{2+}$ -concentratie in speeksel bij fysieke inspanning gemeld (Chicarro et al, 1998). Evenals voor de eiwitten en de hormonen geldt ook voor de elektrolyten dat 1 uur na de fysieke inspanning gewoonlijk de concentraties van de verschillende elektrolyten weer op het uitgangsniveau zijn (Ljunberg et al, 1997).

Behalve sportbeoefening hebben ook het dag- en nachtritme, het dieet en de secretiesnelheid van speeksel invloed op de ionensamenstelling van speeksel, en daarmee op de buffercapaciteit en de zuurgraad. Veel sporters zijn aangevoelen op een koolhydraatrijk dieet aangezien dit een goed toegankelijke, snelle energiebron is. De veranderingen van concentraties van elektrolyten in speeksel als gevolg van fysieke inspanning op de korte termijn lijken echter niet van invloed te zijn op de gevoeligheid van sporters voor het ontwikkelen van cariës en parodontale aandoeningen. De effecten van langdurige sportbeoefening zijn echter nog onvoldoende onderzocht. Ook met betrekking tot de buffercapaciteit is er geen wezenlijk verhoogde kans op het ontwikkelen van cariës en erosie. De fluctuaties in zuurgraad en buffercapaciteit van speeksel zijn gering en de klinische implicaties hiervan zijn vermoedelijk verwaarloosbaar (Dawes, 1981; Ljunberg et al, 1997; Horswill et al, 2006).

### Discussie

Tijdens (top)sport is het autonome zenuwstelsel actief, in het bijzonder het sympathische deel daarvan. Effecten daarvan zijn een versnelde hartslag, snelle en diepe ademhaling en een minder doorbloede, zweterige huid vanwege de optredende vaatvernauwing in de perifere bloedvaten. Ook in de bloedvaten die de (speeksel)klieren van bloed voorzien, treedt vasoconstrictie op. Dit leidt tot een verminderde doorbloeding van de speekselklieren en, samen met de verlaagde activiteit van het cholinerge systeem, tot een verminderde speekselsecretie en/of een veranderde samenstelling van speeksel. Verder heeft de verhoogde transpiratie, waarmee meestal het leveren van een fysieke inspanning gepaard gaat, een negatief effect op de vochtthuishouding met uitdroging of uitdrogingsverschijnselen als gevolg. Uitdroging leidt onder andere tot een verminderde speekselsecretie (Walsh et al, 2004). Hoewel mag worden verwacht dat zwemmers over het algemeen minder snel uitdrogen dan niet-zwemmers, kunnen bij hen ook dorstgevoelens en een verminderde speekselsecretie optreden (Dimitriou et al, 2002). De fysiologische veranderingen die ten gevolge van regelmatige fysieke inspanning optreden, zouden hun weerslag kunnen hebben in het bijzonder op de mondgezondheid, maar vermoedelijk ook op de algehele lichamelijke conditie.

Op basis van de uitkomsten van het literatuuronderzoek kan worden gesteld dat fysieke inspanning enige invloed

heeft op de secretie en samenstelling van speeksel. Vooral in amylase en in s-IgA treden veranderingen op bij langdurige hevige inspanning. De verhoogde viscositeit van speeksel, de verminderde speekselsecretie en de verdamping van water uit het speeksel zijn een mogelijke verklaring voor de droge mond die veel sporters ervaren direct na inspanning (Ben-Aryeh et al, 1989; Blannin et al, 1998). De verhoogde viscositeit van speeksel is tijdelijk van aard, binnen een aantal uren is de viscositeit weer afgenomen tot het uitgangsniveau. Een verklaring voor deze reversibiliteit is niet bekend, maar het zou goed een uiting kunnen zijn van het herstel van de normale toestand, dat wil zeggen de normale waterige secretie (Ljunberg et al, 1997; Blannin et al, 1998; Bishop et al, 2000; Li en Gleeson, 2004; Vissink et al, 2007). De xerostomie die sporters ervaren, kan leiden tot een tijdelijke uitdroging van de orale mucosa en tot verslechtering van de orale functies.

### Implicaties voor de (mond)gezondheid

In het kader van dit literatuuronderzoek is alleen aandacht geschonken aan de effecten van fysieke inspanning. Daarnaast kan iemand, en dus ook een (top)sporter, blootgesteld zijn aan psychische stress. Algemeen wordt aangenomen dat psychische stress (inclusief werkstress) een negatief effect heeft op het functioneren van het verworven immuunsysteem (Teeuw et al, 2004). Ook is het zeer aannemelijk dat fysieke inspanning en psychische stress de activiteit van de speekselklieren beïnvloeden. De speekselklieren worden immers aangestuurd door het autonome zenuwstelsel dat zeer gevoelig reageert op stressvolle gebeurtenissen. Een kortdurende fysieke inspanning blijkt bijvoorbeeld gepaard te gaan met een verhoging van de s-IgA-secretie en een langdurige juist met een verlaging. Kortdurende, actieve psychische stressoren resulteren in een verhoging van s-IgA in speeksel. Bij passieve psychische stressoren wordt juist een verlaging gezien (Bosch et al, 2001). Topsporters staan vaak onder druk om op de toppen van hun kunnen te presteren. Het lijkt evident dat psychologische stress, zowel tijdens trainingen als tijdens wedstrijden, een additionele, risicoverhogende factor is voor de vatbaarheid van de sporter voor infecties van de bovenste luchtwegen.

Sportdranken zijn populair bij duursporters zoals wielrenners en marathonlopers. De meeste sportdranken bevatten suiker en mineralen ( $\text{Ca}^{2+}$  en  $\text{PO}_4^{3-}$ ) en hebben een pH van ongeveer 3 (Milosevic et al, 1997). Aangezien de buffercapaciteit van speeksel van duursporters nauwelijks lijkt te verschillen van die van gezonde controlepersonen, lijkt de eroderende werking van sportdranken in potentie vergelijkbaar tussen deze 2 groepen. Volgens verschillende onderzoeken blijkt dat er geen directe relatie bestaat tussen sportdranken en gebitserosie bij atleten (Milosevic et al, 1997; Mathew et al, 2002; Sirimaharaj et al, 2002). Het al dan niet optreden van erosie is namelijk afhankelijk van het samenspel van een aantal factoren zoals het dieet (zure voeding/drank), de drinkgewoonte, het niveau van de speek-



**Afb. 3.** Hoewel zwemmen en waterpolo worden beoefend in een vochtige omgeving, kunnen beide sporten leiden tot uitdrogingsverschijnselen. Daarnaast kan zwemwater eroderend werken op de dentitie.

selproductie en de samenstelling van speeksel (Coombes, 2005). Toch wordt door sommigen de kans op het ontwikkelen van erosie ten gevolge van het gebruik van deze dranken bij topsporters hoger ingeschat dan bij andere, gezonde personen. Topsporters en zeker duursporters (wielrenners en joggers) hebben immers regelmatig een zuuraanval tijdens een wedstrijd, doordat zij met zekere regelmaat een sportdrink of een energiereep eten. In combinatie met een verminderde speekselsvloed en een accumulatie van debris op gebitsoppervlakken gerelateerd aan een versterkte mondademhaling, is sprake van een grotere cariësgevoeligheid bij vooral duursporters. Indien echter een goede mondverzorging plaatsvindt en de sporter regelmatig spoelt met water lijken de gevolgen van het gebruik van sportdranken goed beheersbaar te zijn (Van Loveren et al, 2005).

Een bijzondere groep vormen de zwemmers (afb. 3). Zoals eerder beschreven kan ook zwemmen leiden tot uitdrogingsverschijnselen en daardoor een verminderde speekselsecretie. Een belangrijkere factor voor zwemmers is echter de kwaliteit van het water waarin wordt gezwommen. Zwemwater met een lage pH-waarde kan eroderend werken op de dentitie, een reden waarom men bij zwemmers op wedstrijdniveau bedacht moet zijn op gebitserosie. De kans dat erosie bij Nederlandse zwemmers wordt gezien is echter klein, omdat gewoonlijk de pH van het zwemwater in Nederland dagelijks wordt gecontroleerd en wordt ingesteld op een waarde die tussen 6,8 en 7,8 ligt (Scheper et al, 2005).

### Epiloog

De onderzoeken die tot op heden zijn verricht naar het effect van sportbeoefening op veranderingen in de secretie en samenstelling van speeksel moeten met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Er zijn namelijk meer variabelen om te bestuderen dan waarmee in de verschillende onderzoeken rekening is gehouden. Om zo veel

mogelijk variabelen uit te sluiten en tot een zo betrouwbaar mogelijke uitspraak te komen, moet in ieder geval met de volgende aspecten rekening worden gehouden: de grootte van de onderzoeksgroep, de mondgezondheid van de deelnemers, de temperatuur van de onderzoeksomgeving, het geslacht van de deelnemers, de methodiek van het verzamelen van speeksel, het inventariseren en standaardiseren van de genuttigde consumpties tijdens de sportbeoefening, de aard van de sportbeoefening (competitief, recreatief), het jaargetijde en het type sportbeoefening (duur/sprint/kracht/denk). Deze variabelen moeten in toekomstige onderzoeken worden meegenomen.

#### Literatuur

- Akimoto T, Nakahori C, Aizawa K, Kimura F, Fukubayashi T, Kono I. Acupuncture and responses of immunologic and endocrine markers during competition. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 1296-1302.
- Beals KA, Manore MM. Disorders of the female athlete triad among collegiate athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2002; 12: 281-293.
- Ben-Aryeh H, Roll N, Lahav M, et al. Effect of exercise on salivary composition and cortisol in serum and saliva in man. *J Dent Res* 1989; 68: 1495-1497.
- Blannin AK, Robson PJ, Walsh NP, Clark AM, Glennon L, Gleeson M. The effect of exercising to exhaustion at different intensities on saliva immunoglobulin A, protein and electrolyte secretion. *Int J Sports Med* 1998; 19: 547-552.
- Bishop NC, Blannin AK, Armstrong E, Rickman M, Gleeson M. Carbohydrate and fluid intake affect the saliva flow rate and IgA response to cycling. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 2046-2051.
- Bosch JA, Geus EJC de, Kelder A, Veerman EC, Hoogstraten J, Amerongen AV. Differential effects of active versus passive coping on secretory immunity. *Psychophysiology* 2001; 38: 836-846.
- Brownell KD, Steen SN, Wilmore JH. Weight regulation practices in athletes: analysis of metabolic and health effects. *Med Sci Sports Exerc* 1987; 19: 546-556.
- Cefalu WT, Pardridge WM, Chaudhuri G, Judd HL. Serum bioavailability and tissue metabolism of testosterone and estradiol in rat salivary gland. *J Clin Endocrinol Metab* 1986; 63: 20-28.
- Chatterton RT jr, Vogelsong KM, Lu YC, Ellman AB, Hudgens GA. Salivary alpha-amylase as a measure of endogenous adrenergic activity. *Clin Physiol* 1996; 16: 433-448.
- Chicarro JL, Lucía A, Pérez M, Vaquero AF, Ureña R. Saliva composition and exercise. *Sports Med* 1998; 26: 17-27.
- Chicarro JL, Serrano V, Ureña R, et al. Trace elements and electrolytes in human resting mixed saliva after exercise. *Br J Sports Med* 1999; 33: 204-207.
- Cooke RR, McIntosh JE, McIntosh RP. Is cortisol an important factor in the serum binding of testosterone? *Proc Endocrine Soc Aus* 1990; 33: S53.
- Coombes, JS. Sports drinks and dental erosion. *Am J Dent* 2005; 18:101-104.
- Costa RJ, Jones GE, Lamb, Coleman R, Williams JH. The effects of a high carbohydrate diet on cortisol and salivary immunoglobulin A (s-IgA) during a period of increase exercise workload amongst olympic and Ironman triathletes. *Int J Sports Med* 2005;26: 880-885.
- Dawes C. The effects of exercise on protein and electrolyte secretion in parotid saliva. *J Physiol* 1981; 320: 139-148.
- Dimitriou L, Sharp NC, Doherty M. Circadian effects on the acute responses of salivary cortisol and IgA in well trained swimmers. *Br J Sports Med* 2002; 36: 260-264.
- Edwards DA, Wetzel K, Wyner DR. Intercollegiate soccer: saliva cortisol and testosterone are elevated during competition, and testosterone is related to status and social connectedness with teammates. *Physiol Behav* 2006; 87: 135-143.
- Ellison PT, Lager C. Moderate recreational running is associated with lowered salivary progesterone profiles in women. *Am J Obstet Gynecol* 1986; 154: 1000-1003.
- Elloumi M, Maso F, Michaux O, Robert A, Lac G. Behaviour of saliva cortisol (C), testosterone (T) and the T/C ratios during a rugby match and during the post-competition recovery days. *Eur J Appl Physiol* 2003; 90: 23-28.
- Gilman S, Thornton R, Miller D, Biersner R. Effects of exercise stress on parotid gland secretion. *Horm Metab Res* 1979; 11: 454.
- Gleeson M, McDonald WA, Cripps AW, Pyne DB, Clancy RL, Fricker PA. The effect on immunity of long-term intensive training in elite swimmers. *Clin Exp Immunol* 1995; 102: 210-216.
- Gleeson M, McDonald WA, Pyne DB, et al. Immune status and respiratory illness for elite swimmers during a 12-week training cycle. *Int J Sports Med* 2000; 21: 302-307.
- Gleeson M, Pyne DB. Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: exercise effects on mucosal immunity. *Immunol Cell Biol* 2000;78: 536-544.
- Hofman LF. Human saliva as a diagnostic specimen. *J Nutr* 2001; 131: 1621S-1625S.
- Horswill CA, Stofan JR, Horn MK, Eddy DE, Murray R. Effect of exercise and fluid consumption on salivary flow and pH. *Int J Sports Med* 2006; 27: 500-504.
- Kraemer WJ, Loebel CC, Volek JS, et al. The effect of heavy resistance exercise on the circadian rhythm of salivary testosterone in men. *Eur J Appl Physiol* 2001; 84: 13-18.
- Lemmer B, Kern RI, Nold G, Lohrer H. Jet lag in athletes after eastward and westward time-zone transition. *Chronobiol Int* 2002; 19: 743-764.
- Li TL, Gleeson M. The effect of single and repeated bouts of prolonged cycling and circadian variation on saliva flow rate, immunoglobulin A and  $\alpha$ -amylase responses. *J Sports Sci* 2004; 22: 1015-1024.
- Ljungberg G, Ericson T, Ekblom B, Birkhed D. Saliva and marathon running. *Scand J Med Sci Sports* 1997; 7: 214-219.
- Loep M, Etten-Jamaludin F van. Praktische handleiding PubMed. Houten: Bohn Stafleu van Loghum, 2004.
- Loveren C van, Scheper WA, Eijkman MAJ. Sportdiëten en mondgezondheid. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2005; 112: 136-140.
- Marieb EN, Hoehn K. Human anatomy & Physiology. San Francisco, CA, USA: Pearson Education, Inc, 2006.
- Mathew T, Casamassimo PS, Hayes JR. Relationship between sports drinks and dental erosion in 304 university athletes in Columbus, Ohio, USA. *Caries Res* 2002; 36: 281-287.
- McDowell SL, Hughes RA, Hughes RJ, Housh DJ, Housh TJ, Johnson GO. The effect of exercise training on salivary immunoglobulin A and cortisol responses to maximal exercise. *Int J Sports Med* 1992; 13: 577-580.

- > Milosevic A, Kelly MJ, McLean AN. Sports supplement drinks and dental health in competitive swimmers and cyclists. *Br Dent J* 1997; 182: 303-308.
- > Nehlsen-Cannarella SL, Nieman DC, Fagoaga OR, et al. Saliva immunoglobulins in elite women rowers. *Eur J Appl Physiol* 2000; 81: 222-228.
- > Nieman DC. Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: exercise effects of systemic immunity. *Immunol Cell Biol* 2000; 78: 496-501.
- > Nieman DC, Henson DA, Fagoaga OR, et al. Change in salivary IgA following a competitive marathon race. *Int J Sports Med* 2002; 23: 69-75.
- > Nieuw-Amerongen A van, Veerman ECI, Vissink A. Speeksel, speekselklieren en mondgezondheid. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum, 2004.
- > Novas AM, Rowbottom DG, Jenkins DG. Tennis, incidence of URTI and salivary IgA. *Int J Sports Med* 2003; 24: 223-229.
- > Palmer FM, Nieman DC, Henson DA, et al. Influence of vitamin C supplementation on oxidative and salivary IgA changes following an ultramarathon. *Eur J Appl Physiol* 2003; 89: 100-107.
- > Pyne DB, Gleeson M. Effects of intensive exercise training on immunity in athletes. *Int J Sports Med* 1998; 19 Suppl 3: S183-91; discussion S194-4.
- > Reid MR, Drummond PD, Mackinnon LT. The effect of moderate aerobic exercise and relaxation on secretory immunoglobulin A. *Int J Sports Med* 2001; 22: 132-137.
- > Salvador A, Suay F, González-Bono E, Serrano MA. Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinol* 2003; 28: 364-375.
- > Scheper WA, Nieuw Amerongen A van, Eijkman MA. Orale aandoeningen bij zwemmers. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2005; 112: 147-148.
- > Sirimaharaj V, Brearley Messer L, Morgan MV. Acidic diet and dental erosion among athletes. *Aust Dent J* 2002; 47: 228-236.
- > Speirs RL, Herring J, Cooper WD, Hardy CC, Hind CR. The influence of sympathetic activity and isoprenaline on the secretion of amylase from the human parotid gland. *Arch Oral Biol* 1974; 19: 747-752.
- > Steerenberg PA, Asperen IA van, Nieuw Amerongen A van, Biewenga J, Mol D, Medema G. Salivary levels of immunoglobulin A in triathletes. *Eur J Oral Sci* 1997; 105: 305-309.
- > Teeuw W, Bosch JA, Veerman EC, Amerongen AV. Neuroendocrine regulation of salivary IgA synthesis and secretion: implications for oral health. *Biol Chem* 2004; 385: 1137-1146.
- > Vissink A, Veerman ECI, Nieuw Amerongen A van. Speekseldiagnostiek: wat toekomst leek, wordt realiteit. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 2007; 114: 468-473.
- > Walsh NP, Montague JC, Callow N, Rowlands AV. Saliva flow rate, total protein concentration and osmolality as potential markers of whole body hydration status during progressive acute dehydration in humans. *Arch Oral Biol* 2004; 49: 149-154.
- > Warren MP, Perloth NE. The effects of intense exercise on the female reproductive system. *J Endocrinol* 2001; 170: 3-11.

## Summary

### Influence of sports on saliva

Physical exertion, such as practicing sports, may have an influence on the secretion and composition of saliva. As a result of intensive physical exertion, the saliva immunoglobulin concentration decreases and the concentration of protein – the output of protein (mg/min), however, remains constant – and the viscosity of the saliva increase, while the watery secretion decreases. Moreover, saliva testosterone levels decrease and salivary cortisol levels increase. The saliva Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> and PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> concentrations increase slightly or remain unchanged. After a single physical exertion, the alterations are reversible and the values return to baseline within a few hours. In the case of long lasting intensive physical exertions, for instance lasting several months, particularly the decrease in the concentration of the most prevalent immunoglobulins in saliva (s-IgA) seems to have a more permanent character. This has a detrimental effect on the immunological defence, which may reduce oral as well as upper respiratory tract health. Complaints about this are not uncommon among serious athletes who are active at a high competitive level. Among these athletes, the combination of changes in the composition and secretion of saliva, together with intense mouth-breathing and an adjusted diet and drinking habits carry a higher risk of developing caries and erosion. However, in case of decent oral health selfcare, the detrimental effects on oral health can be prevented.

## Bron

G.J.H. Bruins<sup>1</sup>, A. Vissink<sup>1</sup>, E.C.I. Veerman<sup>2</sup>, A. van Nieuw Amerongen<sup>2</sup>  
Uit <sup>1</sup>de afdeling Kaakchirurgie van het Universitair Medisch Centrum Groningen en <sup>2</sup>de afdeling Orale Biochemie van het Academisch Centrum Tandheelkunde Amsterdam (ACTA)

Datum van acceptatie: 9 februari 2008

Adres: prof. dr. A. Vissink, UMC Groningen, postbus 30.001,  
9700 RB Groningen  
a.vissink@kchir.umcg.nl