

De headgear

H.M.H.M. Ruiken, tandarts
A.M. Kuijpers-Jagtman, orthodontist

Mechanische principes en klinische toepassing

Samenvatting. Ter correctie van afwijkende kaakrelaties wordt vaak van een headgear gebruik gemaakt. Hierbij wordt een kracht op de ankermolaren uitgeoefend, die tot ongewenste verplaatsingen van deze elementen kan leiden. Kennis van de mechanische achtergronden van de headgear-toepassing maakt het mogelijk dergelijke verplaatsingen te voorkomen dan wel te compenseren.

RUIKEN HMHM, KUIJPERS-JAGTMAN AM. De headgear. Mechanische principes en klinische toepassing. Ned Tijdschr Tandheelkd 1991; 98: 297-300.

Uit de vakgroep Orthodontie van de Faculteit der Medische Wetenschappen van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.

Trefwoorden: **Orthodontie** – Headgear

Datum van acceptatie: 15 oktober 1990.

Adres: Dr. H.M.H.M. Ruiken, Philips van Leydenlaan 25, 6525 EX Nijmegen.

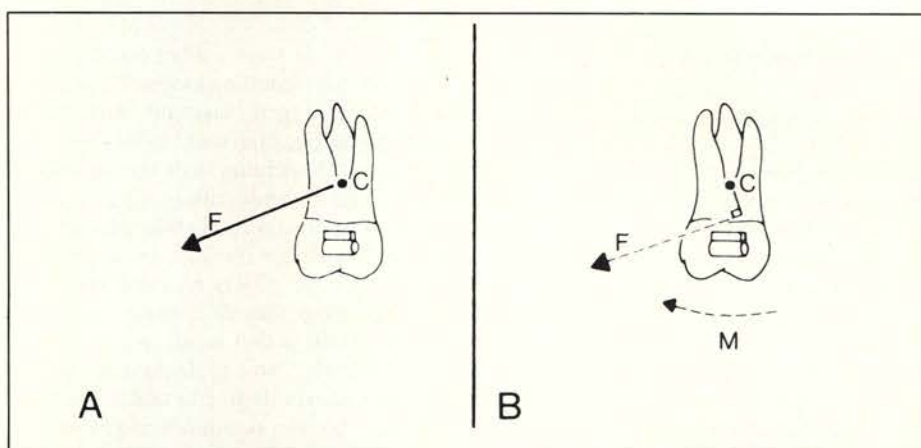
1 Inleiding

Headgears worden veelvuldig toegepast voor orthopedische correcties van afwijkende kaakrelaties. Gebruik van gevormd materiaal maakt het aanbrengen en bijstellen van headgears relatief eenvoudig, zodat controles weinig stoeltijd vergen.¹ Bovendien is deze vorm van extra-orale apparatuur de afgelopen decennia steeds meer ingeburgerd, waardoor er meestal weinig acceptatieproblemen bij de patiënt bestaan. Headgears zijn derhalve bij uitstek geschikt voor toepassing in de algemene praktijk. Effectief gebruik vereist enige kennis en inzicht in de mechanica welke aan extra-orale tractie ten grondslag ligt. Dit is vooral van belang om de oorzaak van ongewenste bewegingen van ankermolaren te begrijpen en te kunnen corrigeren.

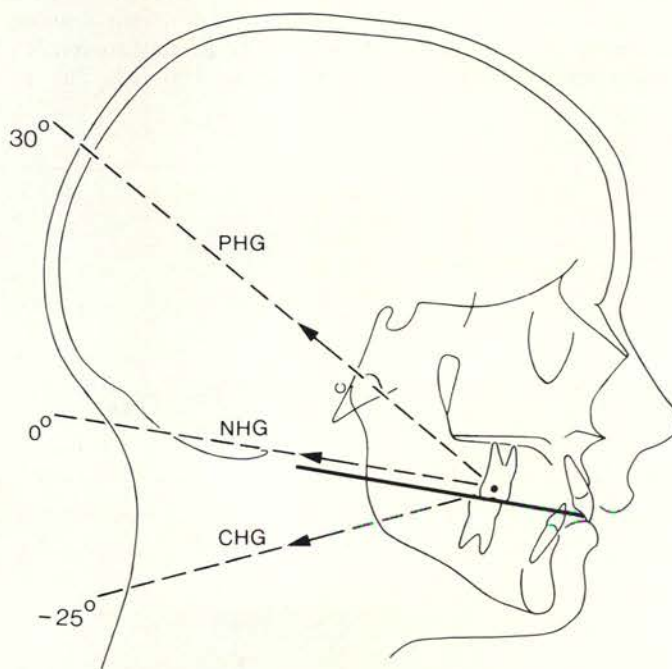
2 Mechanische principes

2.1 Basisbegrippen

In de dynamica worden krachten gedefinieerd als de energie die een lichaam in beweging brengt of de richting van een bewegend lichaam verandert. Krachten zijn vectoriële grootheden en hebben behalve grootte, een richting en aangrijpingspunt. De reactie van een vrij lichaam op de werking van een kracht wordt bepaald door de relatie van de werklijn van die kracht met het punt waarop de resultante van alle op dat lichaam werkende reactiekrachten aangrijpt: *het weerstandscentrum*. De ligging van het weerstandscentrum is afhankelijk van de lengte van de wortel en de hoogte van het alveolaire bot. Aangenomen wordt dat het bij éénwortelige elementen in het middelste tot apicale eenderde deel van de afstand alveolaire crest-apex ligt. Het weerstandscentrum valt dan samen met het geometrische midden van de worteldoorsnede. Bij bovenmolaren wordt



Afb. 1. De kracht (F) in afbeelding 1A gaat door het weerstandscentrum (C) van het element en veroorzaakt een translatie. De kracht in afbeelding 1B veroorzaakt tevens een rotatie (kipping) omdat er een moment (M) ontstaat ten opzichte van het weerstandscentrum.



Afb. 2. Afhankelijk van de richting van de tractie met het vlak van occlusie worden verschillende typen headgears onderscheiden. PHG = pariëtale headgear; NHG = neutrale headgear; CHG = cervicale headgear.

het weerstandscentrum in de trifurcatie gedacht.

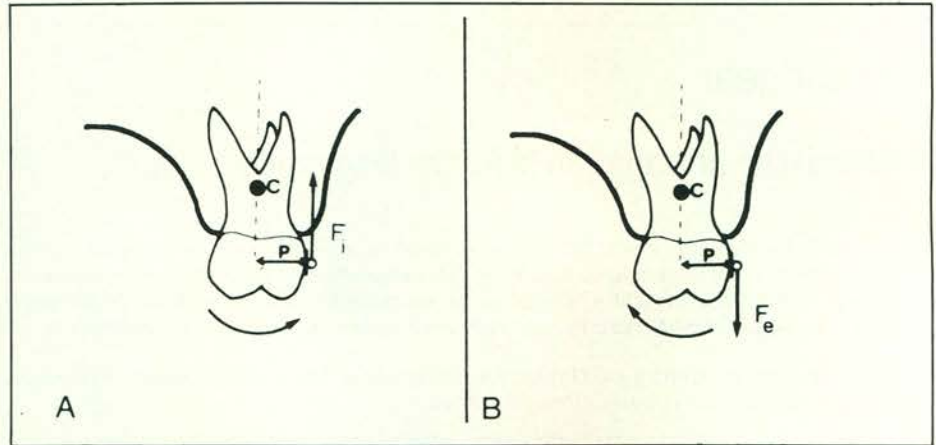
Een kracht door het weerstandscentrum veroorzaakt een zuivere *translatie* ('bodily movement') (afb. 1a). Wordt het weerstandscentrum op enige afstand gepasseerd, dan ontstaat er ten opzichte van dat weerstandscentrum een moment van kracht welke er de oorzaak van is dat de beweging van het element tevens een *rotatie* (kipping) gaat bevatten (afb. 1b). De mate van translatie en rotatie is afhankelijk van de loodrechte afstand van de werklijn van de kracht tot het weerstandscentrum van het element: *de momentarm*. Naarmate de momentarm langer is, treedt er meer rotatie op. Omgekeerd geldt hoe korter de momentarm, hoe meer translatie.

2.2 Richting van de kracht

Al naar gelang de inclinatie van de tractie met het vlak van occlusie worden headgears onderscheiden in:

- pariëtale headgears (PHG); inclinatie van de kracht omhoog;
- neutrale headgears (NHG); de kracht werkt langs het vlak van occlusie;
- cervicale headgears (CHG); inclinatie van de kracht omlaag (afb. 2).

De inclinatie ten opzichte van het vlak van occlusie wordt bepaald door de positie van de krachtbron (bijv. in de nek van de patiënt) en de bevestigingsplaats daarvan aan de buitenbenen van de headgear. De richting van de kracht varieert met de bewegingen van het hoofd en zal daarom nooit gedurende langere tijd door het weerstandscentrum van de molaren gaan. De resulterende beweging is praktisch gesproken dan ook nooit een zuivere translatie.



Afb. 4. De intruderende kracht (F_i) in afbeelding 4A heeft een kipping naar buccaal tot gevolg en de extruderende kracht (F_e) in afbeelding 4B een kipping naar palatinaal.

De extra-orale tractie dient om die reden steeds in drie onderling loodrecht op elkaar staande richtingen (sagittaal, verticaal en transversaal) geanalyseerd te worden.

In sagittale richting is de distale krachtcomponent de belangrijkste. Deze is maximaal als de tractie evenwijdig aan het vlak van occlusie loopt (hetgeen in principe het geval is bij de NHG) en door het weerstandscentrum van de molaren gaat. De distale kracht is dan gelijk aan de grootte van de totale extra-orale kracht. In alle gevallen waarin de tractie onder een hoek met het vlak van occlusie werkt, kan deze ontbonden worden in een distale en verticale krachtcomponent. Naarmate de hellingshoek die de tractie met het vlak van occlusie maakt groter wordt, neemt de distale krachtcomponent af en de verticale toe. Indien de tractie omhoog gericht is (PHG,) zal dit een intruderend effect op de molaren hebben (afb. 3a). Is de tractie

daarentegen omlaag gericht (CHG), dan heeft dit extrusie van de molaren tot gevolg (afb. 3b).

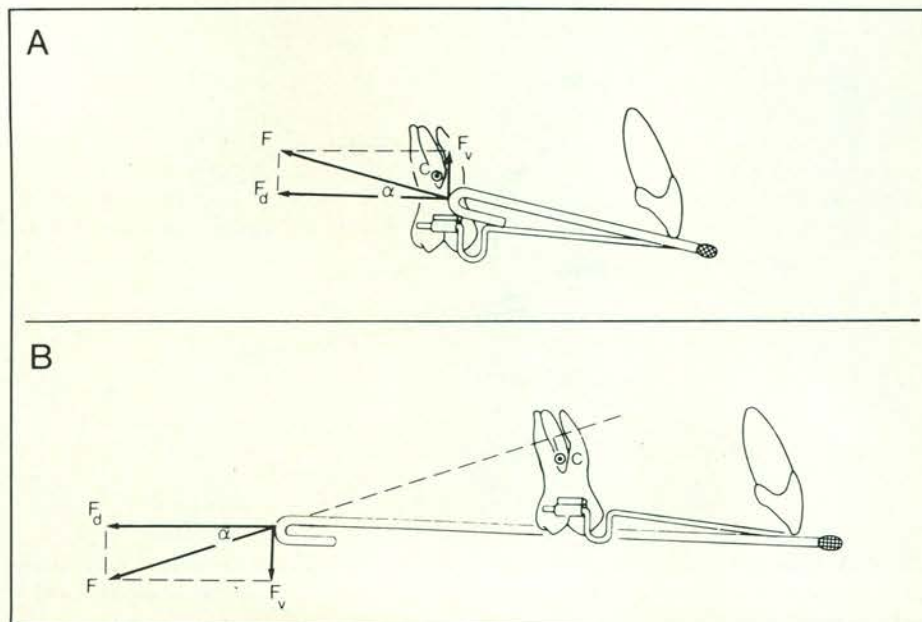
Gaat de werklijn van de extra-orale kracht niet door het weerstandscentrum, dan ontstaat er een moment van kracht zodat de molaren behalve een translatie ook een kipping vertonen. Gezien het verloop van de kracht ten opzichte van het weerstandscentrum kippen de molaren in geval van pariëtale tractie met hun kroon naar mesiaal bij sterk omhoog gebogen buitenbenen en naar distaal bij minder sterk omhoog gebogen buitenbenen. Bij cervicale tractie kippen de molaren afhankelijk van de lengte van de buitenbenen naar mesiaal (lange buitenbenen) of naar distaal (korte buitenbenen).

De verticale krachtcomponent grijpt op de molaarbuizen aan. Transversaal gezien is dit buccaal van het weerstandscentrum, zodat de molaren bij intrusie naar buccaal en bij extrusie naar palatinaal kippen (afb. 4). Hoewel de momentarm in dit geval erg klein is zal de kipping klinisch meer betekenis krijgen naarmate de extra-orale tractie langer duurt en een steiler verloop ten opzichte van het vlak van occlusie heeft.

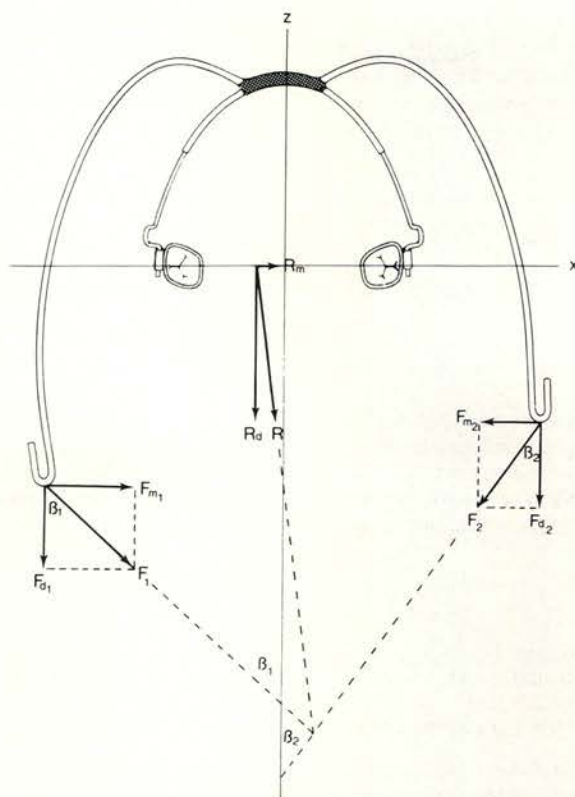
In het vlak van occlusie is naast de distale, ook een transversale krachtcomponent te onderkennen. Door de binnenboog van de headgear wijder (expansie) of smaller (compressie) te maken, worden achtereenvolgens buccaal en palatinaal gerichte krachten op de molaren uitgeoefend. Deze grijpen occlusaal van het weerstandscentrum aan. Dit leidt tot een naar buccaal en palatinaal kippen van de molaarkronen tijdens het expanderen respectievelijk comprimeren van de binnenboog van de headgear.

3 Symmetrische en asymmetrische werking

In afbeelding 5 is een occlusaal aanzicht van een headgear gegeven met ingekort rechter



Afb. 3. Sagittaal aanzicht van een pariëtale (A) en cervicale headgear (B).



Afb. 5. Occlusaal aanzicht van een cervicale headgear waarbij het rechterbuitenbeen is ingekort.

buitenbeen. De werklijn van de krachten F_1 en F_2 welke de krachtbron op de uiteinden van de buitenbenen uitoefent, maken in het occlusale vlak een hoek β_1 en β_2 met de mediaanlijn. De krachten F_1 en F_2 zijn gelijk van grootte en kunnen ontbonden worden in een distale (sagittale) en mediale (transversale) component. Bij een symmetrische headgear zijn de hoeken β_1 en β_2 gelijk, hetgeen impliceert dat de distale en mediale componenten links en rechts ook gelijk zijn. Omdat de mediale krachten even groot maar tegengesteld gericht zijn, heffen ze elkaar op en resulteert een distale kracht. Bij gelijkblijvende extra-orale tractie is de totale distale kracht alleen afhankelijk van de grootte van de hoeken die F_1 en F_2 met de mediaanlijn maken.

Bij patiënten met een asymmetrische molaarocclusie is het vaak wenselijk een differentiatie aan te brengen in de krachtcomponenten die de linker en rechter molaar naar distaal verplaatsen. Dit is mogelijk door de buitenbenen ongelijk van lengte te maken. De grootte van de kracht links en rechts (F_1 en F_2) blijft hierdoor gelijk, maar de hoek die beide met de mediaanlijn maken verschilt. De verdeling van de resultante (R) van F_1 en F_2 over linker en rechter molaar wordt bepaald door deze hoeken en is het grootst aan de kant van de grootste hoek.² Een verschil van hoek met de mediaanlijn links en rechts heeft echter ook tot gevolg dat de mediale krachtcomponenten ongelijk van grootte worden. Dit resulteert in een mediale drift van de molaar aan de

zijde van de grootste hoek; dus aan de zijde van de grootste kracht.

4 Klinische toepassing

4.1 Cervicale, neutrale of pariëtale headgear

Cervicale tractie geeft klinisch als belangrijkste neveneffect extrusie van bovenmolaren (afb. 3b), hetgeen kan leiden tot achterwaartse rotatie van de onderkaak. Hierdoor nemen de onderste gezichtshoogte en de convexiteit van het profiel toe.³ Dergelijke gelaatsorthopedische effecten zijn gunstig in geval van een diepe beet. Bij een open beet en bij personen met een hoog ondergezicht zijn deze effecten in hoge mate ongewenst en dienen vermeden te worden. Wanneer extra-orale tractie aangewend wordt door middel van een NHG, dan mag op basis van de tractierichting geen of slechts een geringe intruderende component verwacht worden. In de praktijk blijken door anatomische verschillen tussen mensen dermate veel individuele variaties in trekrichting voor te komen, dat de verticale component bij een NHG wisselend van grootte is en soms zelfs extrusie veroorzaakt.⁴ Gezien de inclinatie met het vlak van occlusie zal pariëtale tractie altijd een relatief sterk intruderend effect hebben (afb. 3a). Dit maakt een PHG het meest geschikt in gevallen waarin een verhoging van de onderste gelaatshoogte esthetisch

onverantwoord is en bij een open beet. De intruderende werking gaat echter ten koste van de distale kracht. Verder dient de tandarts zich bij gebruik van een PHG ervan bewust te zijn, dat de intruderende component een naar buccaal kippen effect op de molaren heeft (afb. 4). Doordat de intrusie de interdigitering elimineert, kan dit effect relatief sterk uitwerken. Het verdient daarom aanbeveling bij langdurig gebruik van een PHG een palatinale bar te gebruiken ter verankering van de molaren.

4.2 Voorkómen van rotatie

Het onder controle houden van het roteren of kippen van molaren bij een headgearbehandeling gebeurt door het verloop van de tractie kritisch te bezien. Omdat de plaats van de krachtbron vastligt, is het verloop van de tractie alleen te beïnvloeden door de lengte van de buitenbenen te veranderen, de hoek die de buitenboog met de binnenboog maakt aan te passen of beide mogelijkheden te combineren. Cervicale tractie geeft, als een headgear met lange buitenbenen gebruikt wordt, een kracht die distaal en apicaal van de weerstandscentra van de molaren verloopt. De momenten van kracht die zo ontstaan, zijn er de oorzaak van dat de molaren met hun kronen naar mesiaal kippen (afb. 3b). Een dergelijk effect is meestal ongewenst en kan voorkómen respectievelijk gecorrigeerd worden door de buitenbenen van de headgear zodanig in te korten dat de werklijn van de kracht door het weerstandscentrum gaat, respectievelijk iets mesiaal ervan loopt. In het laatste geval heeft dit een distale kipping tot gevolg die de mesiale kipping kan compenseren. Gaat de distale kipping te ver of ontstaat een ongewenste distale kipping door gebruik van te korte buitenbenen, dan kunnen de buitenbenen omhoog gebogen worden om de richting van de kracht weer zo veel mogelijk door het weerstandscentrum van de molaar te laten gaan. Het is daarom aan te bevelen gebruik van cervicale tractie te beginnen met een headgear met lange buitenbenen, omdat deze het beste kan worden aangepast aan individuele omstandigheden. Dit geldt ook voor het asymmetrisch maken van de headgear. Uitgaande van het principe dat de grootste distale kracht op de molaar werkt aan de zijde waar de tractie de grootste hoek met de mediaanlijn maakt, kan een asymmetrische werking op twee wijzen worden gerealiseerd:

- uitbuigen van het buitenbeen aan de kant waar de grootste kracht verlangd wordt;
- inkorten van het buitenbeen aan de contralaterale zijde.

De verandering die hierdoor in de hoek met de mediaanlijn ontstaat, en dus het verschil in distale kracht, is echter gering.

In de praktijk worden beide mogelijkheden veelal gecombineerd ter verkrijging van een voldoende klinisch effect. Het bezwaar van een asymmetrische werking is de resulterende mediale drift van de molaar aan de zijde van de grootste kracht, die niet zonder meer gecompenseerd kan worden.

5 Slot

In het voorafgaande zijn in het kort de mechanische principes die aan de werking van extra-orale tractie ten grondslag liggen, besproken. Uitgangspunt hierbij was klinische toepasbaarheid. Om die reden is van een aantal basisbegrippen zo veel mogelijk een omschrijving gegeven in plaats van een exacte mathematische definiëring. Uiteraard heeft dit tot vereenvoudigingen geleid. Zo is er van uit gegaan dat een headgear star is, hetgeen bij de gebruikte materialen en draaddiameters niet het geval is. Bij een flexibele headgear zal de tractierichting echter variëren met de grootte van de kracht. Ook is niet ingegaan op reacties in het parodontale ligament en andere weefsels, hoewel deze van invloed zijn

op de beweging van de molaren. Ondanks deze beperkingen biedt bovenstaande een aantal uitgangspunten waarmee de toepassingsmogelijkheden van headgears worden verduidelijkt en klinisch waargenomen

fenomenen inzichtelijk gemaakt. Hierdoor kan een beoogd resultaat effectiever worden verkregen en kunnen ongewenste bijwerkingen vroegtijdig geobserveerd en gecorrigeerd worden.

Summary

HEADGEARS IN ORTHODONTICS; MECHANICAL PRINCIPLES AND CLINICAL APPLICATION

Key words: Orthodontics – Headgear

Understanding of the mechanics of displacement of molars during headgear treatment makes an efficient clinical application possible, while undesirable molar displacements can be prevented or compensated. Of paramount importance is the relationship of the line of force to the center of resistance of the tooth to be moved. This relationship is examined in three dimensions. Subsequently the applicability of mechanical principles in clinical use of headgears is discussed.

Literatuur

- ¹BOERSMA H. Eenvoudige orthodontische therapie. Alpen aan den Rijn: Samson Stafleu, 1989.
 - ²OOSTHUIZEN L, DIJKMAN JFP, EVANS WG. A mechanical appraisal of the Kloehn extraoral assembly. *Angle Orthod* 1973; 43: 221-32.
 - ³BARTON J. High-pull headgear versus cervical traction. A cephalometric comparison. *Am J Orthod* 1972; 62: 517-29.
 - ⁴BAUMRIND S. Facial changes associated with the use of headgear. A quantitative assessment. In: *Transactions of the Third International Orthodontic Conference*. London: Cook, Crosby, Lockwood, Staples 1973.
-