

FOGORVOS

Degufill Ultra

Új termékünk egyesíti magában
a hibrid és mikrofil kompozitok
előnyös tulajdonságait:

- univerzális felhasználási lehetőség
- óriási terhelhetőség (156 Mpa)
- maximális színtartósság

Elastikusan fantasztikus

forradalmian új kétkomponensű
bonding rendszer, amely extrém erős
és rugalmas kapcsolatot biztosít
a dentin és a kompozit között.

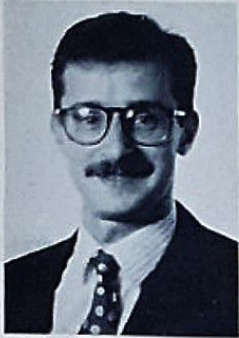
*Új fény
a fogászatban!*



ÖGUSSA 1094 Budapest, Lilliom u. 39. Telefon: 218-1881, fax: 218-3121
HUNGARIA KFT 9400 Sopron, Csengery u. 10. Telefon/fax: (99) 311-917

A MAGYAR ORVOSI KAMARA
FOGORVOSI TAGOZATÁNAK LAPJA

ORTHO – WORLD

KÜLÖNBÖZŐ FOGSZABÁLYOZÓ ÍVEK TULAJDONSÁGAI
ÉS ALKALMAZÁSI TERÜLETEI - GYAKORLATI MEGKÖZELÍTÉS

Az utóbbi években érezhetően megnőtt a rögzített készülékek kezeléséhez szükséges anyagok választéka. Egyre több cég ajánlja fel széles körű választékát ezen a területen. Ez a bőséges kínálat magával hozta a választás kényszerét. Választanunk, sőt válogatnunk kell a felkínált termékek közül, elsősorban azért, hogy az adott kezelést a megfelelő anyagokkal végezhessük, hogy a kezelés hatékonyságát és minőségét növelhessük és nem utolsósorban azért, hogy magunkat, illetve a beteget a felesleges költségektől megkíméljük. Magyarországon jelenleg a rögzített készülékek kezelése honorálása messze elmarad attól az értéktől, ami egy nívós, magas szintű felkészülést igénylő és relatíve költséges, ám kiváló minőségű anyagokat felhasználó kezelést megillet. Ameddig az előbb felsorolt tulajdonságokat felvonultató, esztétikai és funkcionális igényeket kielégítő, *ténylegesen* gyógyító és megelőző kezelés el nem foglalja a megfelelő helyet a társadalom értékrendjében, addig kénytelenek vagyunk eszközeink megválogatásában a finansziális szempontokat előtérbe helyezni. Ennek azonban nem kell szükségképpen a minőség rovására mennie. Az alkalmazásra kerülő anyagok tulajdonságainak, felhasználási lehetőségeinek ismerete lehetővé teszi, hogy az általunk végzett kezelés egyszerű legyen nívós és gazdaságos. A következőkben ehhez szeretnénk hozzájárulni a felhasználásra kerülő, különféle fogszabályozó ívek sajátosságainak és alkalmazási területeinek ismertetésével.

Ezek elsajátításához elengedhetetlenül szükséges néhány foglalt fogalom megismerése.

A különféle ívek viselkedésének vizsgálatakor leggyakrabban alkalmazott útmutató az ún. terhelési-elhajlási görbe, a load-deflection rate (1. ábra). A görbének a 0-E pont közötti szakasza mutatja az ív maximális terhelhetőségét addig a pontig, ahonnan az ív a terhelés megszűnte után az eredeti formájába tér vissza. A terhelés és az elhajlás a Hooke-törvény értelmében egymással egyenesen arányos. A határt az E pont jelenti, mely elaszticitási határként is ismert. Az E pontot az elhajlási koordinátára vetítve megkapjuk az ún.

elasztikus sávot, melyen belül az ív maradandó alakváltozás nélkül térhet vissza kiinduló állapotába. Az E és Pmax közötti szakaszban a terhelésre bekövetkező elhajlás már nem lineáris, és az elhajlási koordinátán az ún. plasztikus sávot képviseli, melyben az ív már maradandó alakváltozást szenved. A Pmax pont a terhelhetőségi határt jelenti, melyet túllépve az ív a többletterhelés hatására eltörik.

Az angolszász irodalomban – és az ívek nagy része erről a nyelvterületről származik – az egyes ívfajták jellemzésére általában három tulajdonságot adnak meg (2. ábra).

Az első az ív rugalmassága, a stiffness, mely a terhelési görbe elasztikus sávjában a lineáris szakasz hajlatát mutatja. Ez az érték az ív anyagára jellemző, és ismeretes még elaszticitási vagy Young-modulusként is. A második az ív keménysége, a strength, azt a maximális erőt jelenti, amely az ív maradandó deformálásához szükséges.

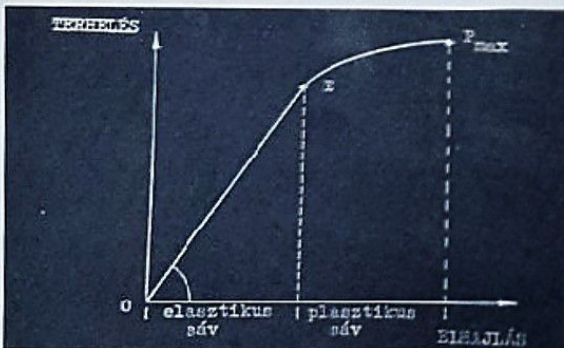
A harmadik az ív munkasávja, a range, az elasztikus formálhatóság sávját jelenti, melyen belül az ív a terhelés megszűntével eredeti állapotába tér vissza.

A fenti három tényezőt befolyásolják még olyan – az ív anyagától független tényezők is, mint az ív átmetszete és hossza. Megduplázva az átmérőt (3. ábra) általánosan megállapítható, hogy az ív keménysége a 3. hatvánnyal nő, rugalmassága a 4. hatvánnyal csökken, és munkasávja körülbelül a fele lesz. Megduplázva az ív hosszát (4. ábra) – pl. loopok hajlításával – annak keménysége a felére csökken, rugalmassága a 3. hatvánnyal nő és munkasávja is négyszeresére növekszik. Mint az ábrán is látható, nem mindegy az sem, hogy az ív milyen módon kapcsolódik a mozgatófoghoz: szabad végként vagy kétoldalt megtámasztva, ezen belül is lazán vagy feszesen. Két bracket közé bekötött ív például négyszer rugalmasabb, ha a slotban csúszni tud, mint a feszesen ligírozott. Minél több brackettet kötünk be a rendszerbe, ez a rugalmasság annál inkább csökken, de még mindig szignifikáns marad. Ezután a meglehetősen leegyszerűsített és messze nem teljes anyagtani áttekintés után nézzük a különböző ívfajtákat.

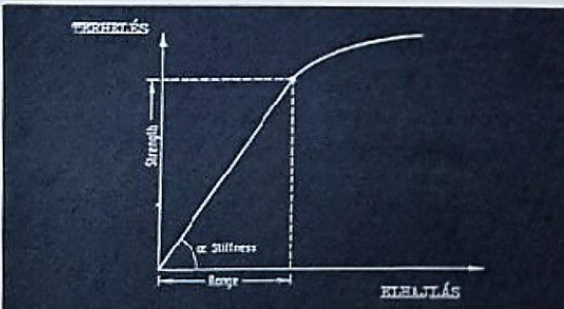
1. Rozsdamentes acélívek

Anyaguk legfőbb alkotórésze a vas, de jelentős mennyiségben tartalmaznak krómot és nikkelt. Innen ered elnevezésük is: „króm-nikkelt acél, 18/8-as acél vagy tru-chrom acél”. Magas keménységűek, magas elaszticitási modulussal, azaz alacsony rugalmassággal rendelkeznek, ezért nivellálási feladatokra kevésbé használhatóak, de igen ellenállóak az extra-, és intraorális húzóerők deformáló hatásával szemben. Felületük sima, azaz sűrűlódásuk alacsony, ezért kiválóan alkalmasak egyes fogak, illetve fogcsoportok vezetőíveként. Jól formálhatóak, belőlük loopokat hajlítva aktív fogmozgatásra is képesek. Energiatároló képességük azonban jóval kisebb, mint a más anyagú íveké, ezért a loopok gyakoribb aktiválása szükséges. Hátrányuként említhető törékenyséjük, melynek oka – többek között – a hajlítá-

1. ábra



2. ábra



sok után fennálló maradványfeszültség. Ez kiegyenlíthető az ún. hőkezelési eljárással, kemencében 399°C-on 11 percig, illetve láng fölött a szalmasárga szín eléréséig. Ez utóbbi módszer alkalmazásánál fokozott óvatosság ajánlott, mert a hőmérsékletet 600 °C fölé emelve – amikor a fém pirosan izzik – az ív kilágyul és abszolút rugalmatlan lesz. Az acélív biokompatibilitása kiváló, bár a kisméretű nikkell- és krómkioldás miatt az arra érzékeny betegeknek allergiás tüneteket okozhat. Feldolgozhatóságuk szintén megfelelő, jól hegeszthetők és forraszthatók. Az acélívek két speciális fajtája érdemel külön említést, az egyik az enyhén eltérő összetételű, ún. ausztráliai vagy Wallaby-ív, mely kerek átmetszetben és kisebb átmérőben kapható, ezért nivellálási feladatokra jobban megfelelő. A másik a sodort és fonott ívek szélesebb családja. Ezek három vagy hat, egyenként 0,008" vastagságú acélszálból állnak, és magas rugalmasságukat egyrészt a szálak közötti felépő súrlódásnak köszönhetik, másrészt annak, hogy – ellentétben a vastagabb, tömör acélívekkel – visszarugózó képességük vastagságuktól relatíve független. Hasonló tulajdonsággal rendelkeznek az ún. koaxiális acélívek, melyeknél 4, 5 vagy 6 vékonyabb szál fon körül egy vastagabb központi szálát. Újabban a sodort ívek és koaxiális ívek szögletes átmetszetűre préselve és előreformálva is kaphatók.

2. Kobalt-króm ívek
Nevüket anyaguk legfőbb összetevőiről kapták. Rugalmasságuk még az acélnál is kisebb, de duktilitásuk annál magasabb. E két tulajdonság kiválóan alkalmazható teszi őket különféle loopok meghajlítására a törésveszély fokozódása nélkül. Igazi előnyük abban mutatkozik meg, hogy a hajlítások után elvégzett hőkezeléssel rugalmasságuk az acélívekével vetekedővé fokozható. Mindazonáltal a kobalt-króm ívek hőkezelése magasabb hőfokon történik, kemencében 900°C-on 7-12 percig, láng fölött pedig a szalmasárga szín eléréséig. Kilágyulási hőfokuk 1200°C, illetve a világosvörös izzó szín.

Kiváló formálhatóságuk okán nagy közkezdveltségnek örvendenek. Négy különféle keménységben kaphatók, melyeket színkódokkal láttak el, emelkedő keménységben a kéktől a sárgán és a zöldön át a pirosig. Hőkezelés utáni rugalmasságuk is ebben a sorrendben fokozódik. A kobalt-króm ívek súrlódása alacsony, hasonló az acéléhoz, biokompatibilitásuk viszont jobb annál. Feldolgozhatóságuk jó, de egy bizonyos keménységi foknál már kevésbé hegeszthetők, és forrasztásukhoz is alacsony olvadáspontú forrasztóanyag szükséges.

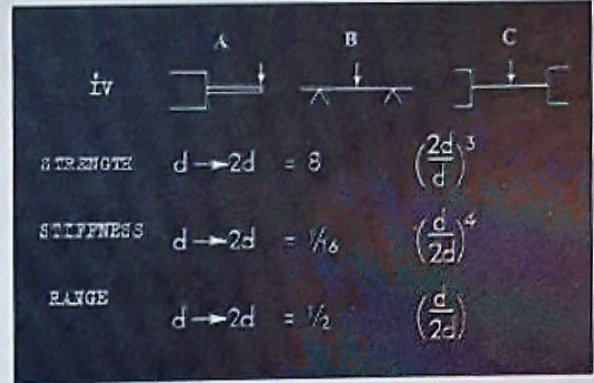
3. Béta-titán ívek
Ezek az ívek voltak az első, kifejezetten fogszabályozási célokra kifejlesztett ötvözetű ívek. Elaszticitási modulusuk lényegesen kisebb az acélíveknél, tehát sokkal rugalmasabbak (5. ábra). Ezzel párhuzamosan kisebb az erőleadó képességük is, viszont ennek köszönhetően a túlterhelés veszélye nélkül növelhető átmérőjük, és így lehetővé teszik a korai torquekontrollt. Az alacsony erőleadás miatt a béta-titán ívekből készült, részáró loopokkal ellátott ívek esetében kisebb a horgonylatvesztés esélye. Loopok kialakítására annál is inkább alkalmasak, mivel jól formálhatók, bár alacsony duktilitásuk miatt éles szögben való hajlítások könnyen eltörnek. Súrlódásuk relatíve nagy, így vezetőívként nem alkalmazhatók. Biokompatibilitásuk megfelelő, feldolgozhatóságuk azonban korlátozott, nem forraszthatók, de ponthegesztéssel megmunkálhatók.

4. Nikkel-titán ívek
Mielőtt ismertetésükbe kezdenék, szükségesnek tar-

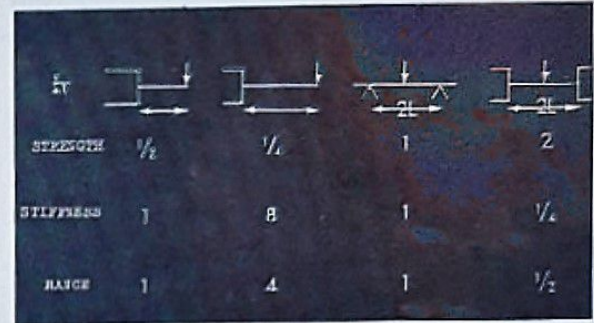
tom megemlíteni, hogy a különféle nikkell-titán ívek és a Nitinol nem szinonim fogalmak. Ez utóbbi az Unitek cég által az 1970-es évek vége felé a piacra dobott termékének márkanéve, és mint ilyen, egy meghatározott terméket jelöl, de semmiképpen sem egy ívfajtát.

A Ni-Ti ívek anyaga – a rozsdamentes acéléhoz hasonlóan – egyenlő több kristályszerkezetben létezhet. A martenzites struktúra alacsony hőmérsékleten áll elő, míg az ausztenites forma magas hőfokon figyelhető meg. A két kristályszerkezeti forma közötti átalakulás az ún. átmeneti hőmérsékleti tartományban történik. Ez a tartomány a rozsdamentes acél és az összes többi fém esetében igen magas. A Ni-Ti ívek egyedülálló tulajdonságait éppen annak a ténynek köszönhetik, hogy esetükben az átmeneti tartomány igen alacsony hőfokon van, az újabb produktumoknál a kristályátrendezés már szájhőmérsékleten bekövetkezik.

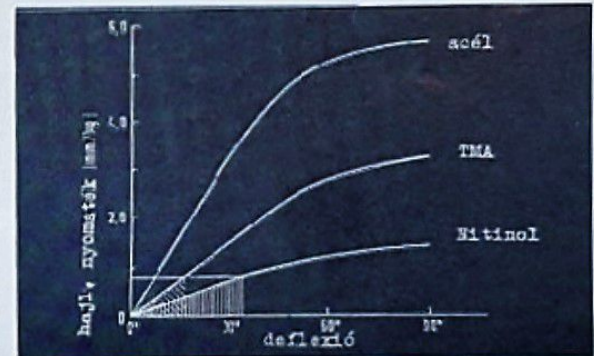
A Ni-Ti ívek egyik alcsoportja az ún. martenzites fázisban stabilizált forma, vagy M-Ni-Ti. Az ilyen anyagból készült preformált íveket magas hőfokon, tehát az ausztenites fázisban készítik, majd lehűtve a martenzites fázisban stabilizálják. Ebben a kristálykonfigurációban az ív hajlítható, tehát a bracketbe beköthető. Ahogy az ív a száj hőmérsékletét átveszi, áthalad az átmeneti hőmérsékleti tartományon, kristályszerkezete ausztenites fázisúvá alakul, és felveszi az eredeti, előreformált alakot. Ez a jelenség a termoelaszticitás, vagy ismertebb nevén a Memory-effect (6. ábra). Az M-Ni-Ti ívekre jellemző az igen nagyfokú rugalmasság (tehát alacsony elaszticitási modulus), valamint az, hogy hosszan tartó, egyenletesen csökkenő erőleadásra képesek. Ezzel ellentétben hosszan tartó, és egyenletesen maradó, tehát a fogmozgatás szempontjából legkívánatosabb erőleadási formára képesek az ausztenites Ni-Ti vagy A-Ni-Ti ívek. Ezek szerkezetében aktív ausztenites szemcsék találhatóak, és ez a forma az ún. szuperelaszticitásnak. Ezeknek az először Kínában, illetve Japánban kifejlesztett íveknek extrém nagy fokban elhajlíthatók (7. ábra). Ennek az egyedülálló je-



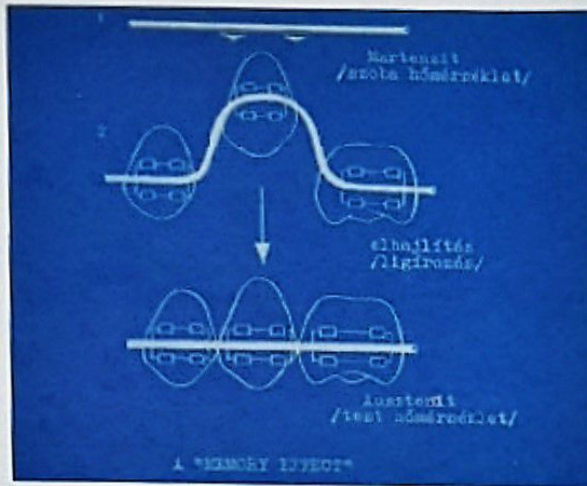
3. ábra



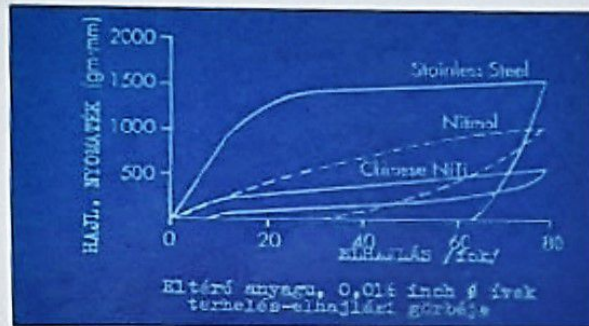
4. ábra



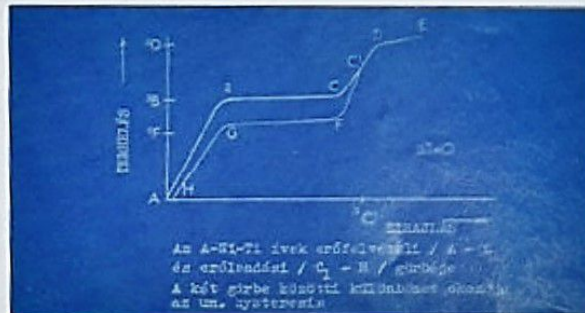
5. ábra



6. ábra



7. ábra



8. ábra

lenségnek az oka, hogy a kristályszerkezet ausztenites-martenzites átalakulását maga az erőhatás indukálja. Ez a fenomén mechanikai analógiája az M-Ni-Ti ívek hőmérséklet indukálta szerkezetváltozásának. Másik különleges jellemzője az A-Ni-Ti íveknek az ún. hysteresis (8. ábra). Ez azt jelenti, hogy a szuperelasztikus eleve magába foglal egy bizonyos energia-vesztést. Lefordítva, a szuperelasztikus ív, visszatérve eredeti formájába, kisebb erőt ad le, mint amilyen a bekötéséhez szükséges volt. Ennek még különösebb, de igen hasznos folyamánya, hogy az ilyen ívek újraaktíválhatók pusztán ismételt ki- és beligézéssel.

Az A-Ni-Ti ívek loophajlításra a szokott módon egyáltalán nem alkalmasak, ez csak elektrodívá átalakított fogókkal lehetséges, melyek segítségével loophajlítás közben elektromos áram folyik át az ív meghatározott szakaszán. Ha az áramot az ívek csak egy meghatározott részén vezetjük át, akkor megváltoztathatjuk külön ennek a szegmensnek az elaszticitását. Ez lehetővé teszi,

hogy egyazon előformált ív a különböző fogcsoportokra különböző hatásokat fejtsen ki.

A Ni-Ti ívekre a továbbiakban általánosan jellemző, hogy nem forraszthatók, nem hegeszthetők, és sűrűségük relatíve magas, ezért passzív fogmozgatásra nem alkalmasak. Biokompatibilitásuk megfelelő, bár nikkelkibocsátásuk jelentős. Hátrányuk a viszonylag magas árak.

Az eddig felsorolt ívek tulajdonságainak ismeretében nézzük most meg, hogy a rögzített készülékes kezelés egyes fázisaiban mely ívfajtákat célszerű alkalmazni. A kezelés kezdő, nivellálási fázisában a tér több irányába történő, általában nagyméretű fogmozgatásokra van szükség. A biológiailag megfelelő erők alkalmazásához tehát nagy rugalmasságú, alacsony merevségű, azaz alacsony elaszticitási modulussal bíró ívekre van szüksége, melyek az általuk tárolt energiát egyenletesen adják le, miközben előformált alakjukat visszanyerik. Erre – nagyfokú torlódás esetén – legmegfelelőbbek a vékony szuperelasztikus ívek. Mérsékelt torlódásnál ugyanazt a hatást fejtik

ki a lényegesen olcsóbb sűrűt ívek vagy vékony acélívek. A nivellálás későbbi szakaszában előtérbe kerülnek a szögletes átmetszetű, a brackettsírtól kitöltő szuperelasztikus, termoelasztikus vagy fonott acélívek. Ezáltal megvalósítható a korai torque-beállítás, amely a kezelési fázis végén szögletes acélívekkel stabilizálható.

A vezetési fázis feladata a kivéllált fogívekkel az egyes fogak, illetve fogcsoportok aktív vagy passzív mozgatása. Ebben a szakaszban már előtérbe kerül a horgonylat biztosítása, mely az extraorális erőkhöz kívül a megfelelő ívválasztással is elősegíthető. Az aktív, tehát loopokkal történő fogmozgatásra legmegfelelőbb a béta-titán ívfajta, mely jól hajlítható, és rugalmassága miatt kisebb a horgonylatvesztés esélye. Erőleadó képességük alacsonyabb, mint az acélíveké, ezért a túlterhelés veszélye nélkül növelhető átmérőjük, és így a nivellálás során elért torque-beállítás megőrizhető. Csökkentve a rugalmasság, és nő a horgonylatvesztés valószínűsége, ha kobalt-króm alapanyagú ívekből készített loopokat alkalmazunk. A rozsdamentes acélívek rugalmassága a legkisebb, ezért a belőlük készített loopok gyakori aktiválást tesznek szükségessé, ezenkívül nagy erőleadásuk miatt a horgonylatvesztés lehetősége valós tényré válik. Alacsony rugalmasságuk, tehát nagy merevségük ellenben kiválóan ellenállóvá teszi ezeket az extra- és intraorális húzóerőkkel szemben. Ehhez hozzávéve alacsony súrlódásukat és mérsékelt árakat, egyértelművé válik, hogy az acélívek elsősorban passzív fogmozgatásra alkalmazhatók, azaz valóban vezetőív feladatokat látnak el a legmegfelelőbbben. A kezelés finombeállító szakaszában általában ismét szükségessé válnak bizonyos finomnivellálási lépések, mint például a foggyökerek párhuzamosítása, a fogívek további harmonizálása és a végső torque-beállítás. Ezek végrehajtásához vastag, szögletes átmetszetű, de ugyanakkor rugalmas és egyben relatív nagy erőt leadó ívfajtákra van szükség. Ezeket a kritériumokat a 0,016 „X 0,022” M-Ni-Ti és a 0,017 „X 0,025” béta-titán preformált ívek jelentik meg.

Az elért eredmény stabilizálásánál, vagyis az aktív retenciónál ismét előnyvé válik a rugalmatlanság, a nagy elaszticitási modulus és a vastag átmetszet. A szóba jövő ívfajta itt a 0,018 „X 0,025” acélív.

A korábbi évtizedek kezelőinek még nem állt rendelkezésére az a széles ívválaszték, amelynek manapság örvendhetünk, ezért nekünk a szükséges rugalmasságot csupán az ívek keresztmetszetének változtatásával érthették el. Ezzel együtt tudomásul kellett vennünk a fellépő mellékhatásokat, mint pl. a horgonylat, illetve torque-vesztést is. Ez volt az a korszak, amelyet Burstone a „variable cross-section orthodontics”-nak, azaz az átmetszet vezérelt fogszabályozásnak nevezett, szemben a mai időkben már rendelkezésre álló „variable modulus orthodontics”-szal, tehát a rugalmassági modulus által vezérelt fogszabályozással. Ez utóbbi megvalósíthatja a kívánatos tulajdonságok megtartását, a nem kívánatos mellékhatások elkerülésével. A különféle fogszabályozó ívek sajátosságainak és felhasználhatóságának ismerete lehetővé teszi azok adekvát alkalmazását és az anyagszükséglet gazdaságosságának fokozását.

Ez utóbbi – ezt mindannyian megerősíthetjük – legalább olyan fontos, mint az alapvető célként kitűzött optimális kezelési eredmény.

A vonatkozó szakirodalom iránt érdeklődni lehet a szerzőnél.

A MOT II. Orthodontus Találkozóján 1995. április 29. – május 1., Balatonlelle) elhangzott előadás alapján lejegyezte

DR. FEKETE TAMÁS