

Modified FR-4의 임상적용례

송재혁 · 이금호 · 최영철

경희대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

전치부 개교합은 상·하악 전치부가 폐구 시 절단 기능에 필수적인 수직피개가 결여되어 있는 상태를 말한다. 일반적인 원인으로서는 손가락 빨기, 혀 내밀기, 유아성 연하, 비호흡 부전, 골격성장의 이상 또는 이들이 복합적으로 작용되어 나타날 수 있으며, 어떤 종류의 부정교합과도 함께 나타날 수 있다.

전치부 개교합을 위한 치료 방법은 다양하지만, Rolf Fränkel에 의해 고안된 Fränkel appliance(FR-4)는 골격성 I 급 혹은 II 급 부정교합과 함께 나타난 개교합의 치료에 특히 효과적인 것으로 알려져 있다. 서양인에서는 골격성 II 급 부정교합이 높은 빈도로 나타나고, 개교합도 이와 함께 나타나는 경우가 많다. 그러나 동양인에서는 골격성 III 급 부정교합의 빈도가 높고, 개교합 또한 이와 같은 골격형태와 함께 나타나는 경우가 흔히 있다. 이러한 문제점을 갖는 환자에 있어서 전통적인 FR-4의 사용이 개교합의 교정에 도움이 되었을지라도, 골격성 III 급 부정교합을 악화시키는 것으로 나타났다. 두 가지 문제점을 동시에 교정하기 위하여, labial bow를 하악 전치부에, labial pads를 상악 전치부에 위치시킨 modified FR-4를 고안하게 되었다.

다음의 임상례는 전치부 개교합을 동반한 골격성 III 급 부정교합을 보이는 환자를 대상으로, 전통적인 FR-4와 modified FR-4를 이용하여 치료한 결과를 비교한 것이다. 첫 번째 임상례는 전통적인 FR-4를 사용한 경우로서, 전치부 개교합은 개선되었으나 골격성 III 급 부정교합의 형태가 심해졌다. 그러나 두 번째와 세 번째 임상례에서는 modified FR-4를 사용한 결과, 전치부 개교합과 III 급 부정교합이 동시에 개선된 것으로 나타났다.

주요어 : 골격성 III 급 부정교합, 전치부 개교합, 전통적인 FR-4, modified FR-4

I. 서 론

Subtelney와 Sakuda¹⁾는 개교합을 상·하악 전치 절단면 사이의 열린 수직고경(open vertical dimension)이라고 정의하였다. 저연령층일수록 전치부 개교합의 주 원인으로 빠는습관을 추측할 수 있는데, Johnson과 Larson²⁾은 손가락, 젓꼭지, 다른 환경의 영향을 포함한 습관을 설명하기 위하여 non-nutritive sucking이라는 용어를 사용하였다. Straub³⁾는 혀내밀기가 개교합을 유발시킬 수 있다고 주장하였고, Tulley⁴⁾는 혀내밀기를 내인성 습관, 안모 형태와 연하 활동에 적응하려는 행동으로 분류하였다. Proffit과 Mason⁵⁾은 혀내밀기가 개교합에 적응하려는 것이므로 연하 양상을 바꾸려는 치료는 적응증이 되지 않는다고 하였다.

개교합은 임상적인 판단 또는 측두규격방사선사진을 통하여 진단될 수 있으나 골격 부조화에 의한 것인지 치성에 의한 것인지

지를 종합적으로 판단하여야 하며, 골격성 부조화의 확인 후 치성 개교합의 존재 유무를 확인해야 한다. 골격성 부조화에 관하여, Proffit과 White⁶⁾는 전하안면의 길이 증가가 뚜렷하다고 보고한 바 있고, 진단 방법으로는 여러 가지가 있으나 ODI(overbite depth indicator)⁷⁾가 유용하게 사용된다.

Linder-Aronson⁸⁾은 비호흡 부전을 유발하는 병적 조건들이 하악골의 후하방 회전을 일으킴으로써 전하안면의 길이 증가, 개교합, 하악 후퇴증 등이 나타난다고 보고하였다. Schudy⁹⁾에 의하면, 하악의 시계 방향 회전은 과도한 수직 성장의 결과에 의한다고 보고한 바, 이와 같은 성장 양상은 구치부의 수직 성장량이 과두 부위의 성장량보다 클 때 유발된다고 하였다. 또한, Enlow와 Hans¹⁰⁾에 의하면 서양인은 장두개형(dolicocephalic headform)의 머리 형태에 좁고 긴 얼굴 및 II 급 부정교합과 하악 후퇴의 경향이 크고, 동양인은 단두개형(brachycephalic headform)의 머리 형태에 넓고 짧은 얼굴 및 III 급 부

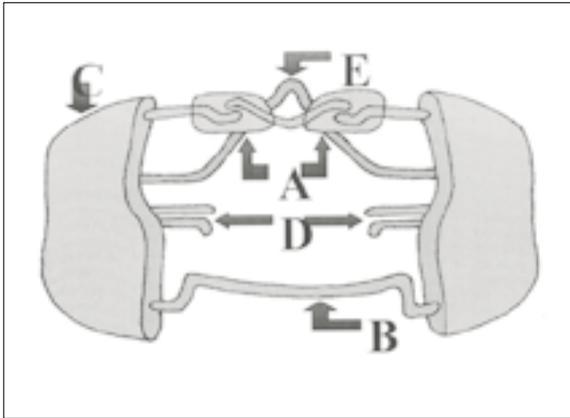


Fig. 1. Modified FR-4

- A. Upper labial pad, B. Lower labial wire
- C. Buccal shield, D. Occlusal rest
- E. Transpalatal wire

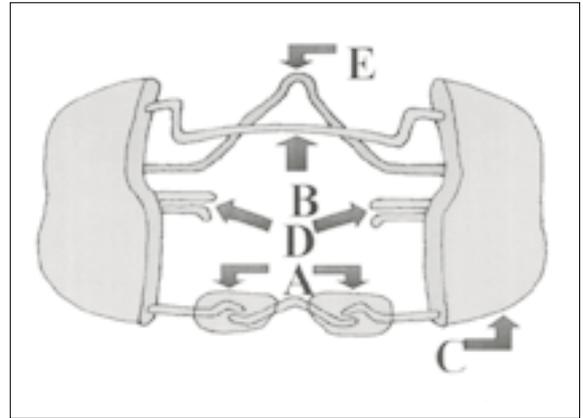


Fig. 2. Conventional FR-4

- A. Lower labial pad, B. Upper labial wire
- C. Buccal shield, D. Occlusal rest
- E. Transpalatal wire

정교합과 하악 전들의 경향이 크다고 하였다. 이처럼 부정교합의 형태는 머리와 얼굴의 형태와 관련이 깊고, 전치부 개교합 또한 성장 양상, 인종적 차이와 복합적으로 연관되어 어떤 형태로든 나타난다.

개교합 치료는 단순한 습관조절을 위한 장치부터 복잡한 외과적 수술을 이용해야하는 경우까지 다양하지만, Rolf Fränkel에 의해 고안된 FR-4는 골격성 I급 혹은 II급 부정교합과 함께 나타난 개교합의 치료에 효과적인 것으로 알려져 있다. 전통적인 FR-4의 구성요소 중 labial pad는 하순 쪽에 위치하여 하악골의 전방부에 작용하는 구강 주위 근육의 힘을 차단하고 골막에 tension을 가하므로, 골의 보상적인 첨가를 유발하여 II급 부정교합의 개선에 중요한 역할을 한다. 이러한 이유 때문에 개교합이 III급 부정교합과 함께 나타난 경우, 전통적인 FR-4의 사용이 개교합의 교정에 도움이 되었지만 III급 부정교합은 개선되지 않는 것이 일반적이다. 따라서 개교합과 III급 부정교합이 동시에 존재하는 경우에 Fränkel appliance를 사용하려면 두 단계의 교정적 처치가 필요하므로, 전통적인 FR-4의 디자인을 변경하여 두 가지 문제점을 동시에 치료하는 것이 효율적이라고 판단되어, labial pad를 상순 쪽에 위치시킴으로써 상악골의 보상적인 성장과 상악 전치의 순측경사를 유도하여 III급 부정교합의 개선을 도모하고자 하였다. 다음의 증례들은 본과에서 디자인된 modified FR-4(Fig. 1, 2)를 적용하여 좋은 결과를 얻어 보고하고자 한다.

II. 증례보고

증례 1: 윤○○ (전통적인 FR-4의 사용예)

상기 환아는 7세 6개월 된 여아로 전치부 개교합을 주소로 내원하였다. 문진시 혀 내밀기 습관을 가지고 있었고, 측두구격 방사선사진상에서는 구개평면에 대한 하악평면의 각이 35°로 크게 나타났다. 상악골에 대한 하악골의 성장량이 크지 않았기

때문에 전통적인 FR-4를 사용하였다. 처음 1주일은 하루 2시간씩, 2주 후부터 24시간씩, 1년간 장착시킨 후 촬영한 측두구격 방사선사진을 평가한 바, FH plane에 대한 상악 중절치의 각도가 호전되었고, 구개평면에 대한 하악평면의 각이 34°로 감소되었다. 개교합은 개선되었으나, 상악골에 대한 하악골의 과성장 및 하악 전치의 순측 경사와 상악 전치의 설측 경사가 유발되어 III급 부정교합이 더욱 심해졌다(Fig. 3~5).

증례 2: 김○○ (modified FR-4의 사용예)

상기 환아는 6세 1개월된 남아로 전치부 개교합을 주소로 내원하였다. 문진시 손가락 빨기 습관을 가지고 있었고, 측두구격 방사선사진상에서는 하악골의 후하방 회전에 의한 전치부 개교합, 상악골에 대한 하악골의 성장과다로 인한 III급 부정교합이 관찰되었다. 1년 8개월간 modified FR-4를 장착시킨 결과, 구개평면에 대한 하악평면의 각은 변화가 없었으나, 하악평면에 대한 하악 중절치의 각은 96°에서 91°로 감소하였고, 하악골 성장이 억제되었으며, 전치부 개교합과 III급 부정교합이 함께 개선되었음이 관찰되었다(Fig. 6~8). 본 증례는 치료가 진행 중이며, 장치의 사용이 계속되어야 할 것으로 판단된다.

증례 3: 이○○ (modified FR-4의 사용예)

상기 환아는 7세 여아로 주걱턱을 주소로 내원하였고, 문진시 혀 내밀기 습관을 가지고 있었다. 임상적으로는 상악 전치부가 아직 맹출이 완료되지 않은 상태에서 개교합 정도를 임상적으로 정확히 판단하기는 용이하지 않으나, 골격성 개교합의 진단적 지표로 쓰이는 ODI(overbite depth indicator)를 측정하면, 개교합의 경향을 보였고, 과도한 하악골 성장 또한 관찰된, 개교합과 골격성 III급 부정교합이 함께 존재하는 증례였다. 따라서 modified FR-4가 치료계획으로 선택되어 1년 4개월간 장착시켰다. 치료 전, 후의 측두구격 방사선사진상의 계측치를



Fig. 3. Before Treatment.



Fig. 4. After Treatment.

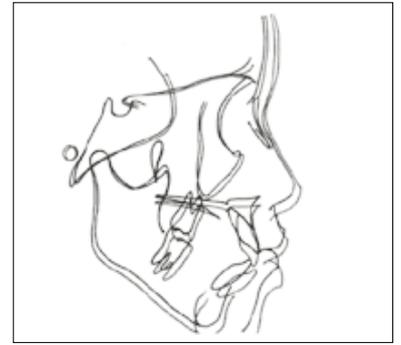


Fig. 5. Superimposition.



Fig. 6. Before Treatment.



Fig. 7. After Treatment.

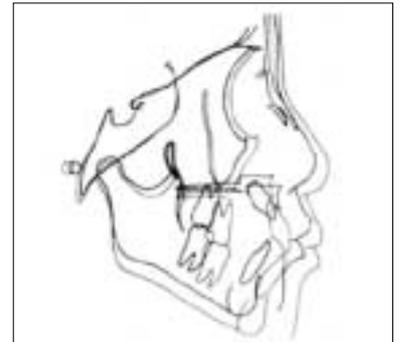


Fig. 8. Superimposition.



Fig. 9. Before Treatment.

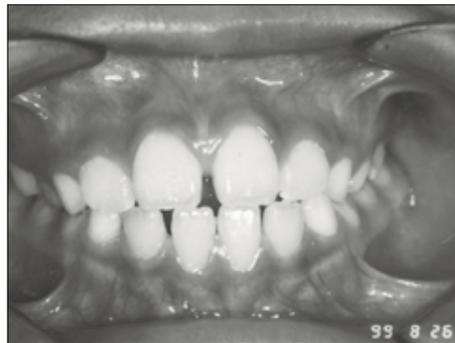


Fig. 10. After Treatment.

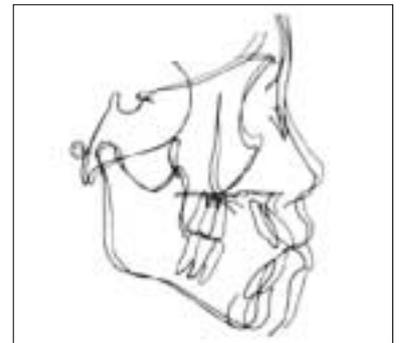


Fig. 11. Superimposition.

비교한 바, 구개평면에 대한 하악평면의 각이 26°에서 25°로 감소되었고, 하악골 성장은 억제되었으며, 하악평면에 대한 하악 중절치의 각이 100°에서 95°로 감소되었고, ODI 측정치가 2° 증가하였다. 임상적으로나 계측상으로 개교합과 Ⅲ급 부정교합이 동시에 개선되었음이 관찰되었다(Fig. 9~11). 이상적인 교합을 이루기 위하여 space supervision 등의 추가적인 치료가 필요할 것으로 판단된다.

Ⅲ. 총괄 및 고찰

전치부 개교합은 성공적인 치료가 어려운 교정치료 중의 하나로, 임상적으로는 전하안면의 과도한 길이 증가, lip incom-

petence, 하악 치열의 총생, 좁은 상악골과 구치부 반대교합의 경향 등의 특징이 나타나고, 측두구격방사선사진에서는 구개평면과 하악평면의 각이 커지고, 상악 구치의 과도한 맹출이 관찰되어, 하악골의 후하방 회전이 관찰된다.

골격성 개교합의 진단 방법은 다양하나, ODI(overbite depth indicator)가 유용하게 사용되고 있으며, 구개평면과 FH 평면이 이루는 각과 하악평면이 A점과 B점을 잇는 선과 이루는 각의 합을 계산하여 진단에 이용한다. ODI의 평균치는 74.5°(±6.07°)이며, 수치가 작을수록 개교합의 경향을 보이고, 수치가 클수록 deep bite의 경향을 보이는 것으로 진단한다.

치료의 방법은 다양할 수 있으나, 원인을 규명하는 것이 치료

를 성공시킬 수 있는 기회를 증가시킨다. Non-nutritive sucking 습관을 가지고 있는 환자에 대하여, Johnson과 Larson²⁾은 습관 조절법으로 보상 약속이나 처벌, 긍정적 강화, 감각 저하 과정(sensory attenuation procedure)등을 제시하였다. Erverdi 등¹¹⁾은 전치부 개교합을 갖는 환자에게 전방으로 위치된 혀를 후방으로 위치시키는 tongue crib을 사용한 결과, 상·하악 전치의 맹출과 하악 제1대구치의 압하로 인한 전하안면 고경의 감소를 관찰하였다.

외과적 술식으로는 비정상적 혀 습관을 교정하기 위한 혀 절제술, 기도 확보를 위한 수술(편도나 아데노이드 조직의 제거 등) 등이 있고, 1980년 Frost 등¹²⁾은 심한 골격성 개교합을 갖는 환자에게 상악골의 superior repositioning을 시행한 결과, 하악골의 전상방 회전에 의하여 개교합이 개선되고 전하안면 고경이 감소되었음을 보고하였다. 이러한 외과적 술식은 특히 성장이 거의 완료된 환자에게 효과적인 방법이다.

Bite-block은 상·하악 치아 사이에 놓여 수직 고경을 약간 증가시켜 근육이 긴장되도록하고, 긴장된 근육이 구치에 압하력을 가하면, 이 때 골격 성장은 수직적으로보다는 전방으로 유도된다. 그러나 이 장치를 사용하는 경우에 시간의 경과에 따라 근신경의 균형이 다시 이루어져 거상근에 의하여 대합치에 적용되는 힘이 감소되므로 치료 효과가 감소되는 단점을 갖는다. 1986년 Dellinger¹³⁾는 구치부를 압하시키기 위한 장치로써 고안한 repelling magnet을 개교합 환자에게 적용하여 빠른 치료 효과를 가져왔지만 부작용으로 편측의 반대교합이 나타났음을 보고하였다. Ngan 등¹⁴⁾은 개교합이 Ⅱ급의 수직적 성장 양상과 함께 나타난 경우, activator와 high-pull headgear를 함께 사용하여 만족할만한 결과를 얻었다고 보고하였고, Viazis¹⁵⁾는 rectangular Ni-Ti wire와 고무줄을 이용한 개교합 치료를 보고하였다.

구강내 기능적 장치로는 activators, bionators, Fränkel appliances등이 있는데, 모두 혼합치열기에 상악골의 수직적 성장 조절하는데 이용된다. Fränkel appliances를 이용하여 개교합을 성공적으로 치료하려면 구순 폐쇄 훈련에 의한 구강 주위 근육의 reorientation이 얻어져야 하는데, 이 훈련은 근육의 긴장에 의한 치열과 안면 골격의 적응을 가져온다. 개교합 치료에 사용되는 전통적인 FR-4의 구성요소 중 buccal shields의 후방 모서리는 전정 깊이 위치하여 주변 연조직의 mechanoreceptors가 CNS로 하여금 압력 신호를 제거하도록 유도하여, 하악의 후방부가 아래쪽으로 변위되게 하는 동시에 과두 부위의 보상적 성장으로 하악지 길이를 증가시키고, 전치부에서는 구순 폐쇄 훈련으로 강화되는 수직 근육들(vertical muscle chain)의 힘에 의하여 하악의 전방회전을 유도한다¹⁶⁾. Erbay 등¹⁷⁾은 Ⅱ급 부정교합에 개교합이 동반되어 나타난 환자의 치료를 위하여 전통적인 FR-4를 사용하고, 구순 폐쇄 훈련을 시킨 결과, 하악골의 전상방 회전이 나타났음을 보고하였다. 증례에서 나타난 것처럼, 장치 제거 후 특별한 유지장치 없이도 재발경향이 거의 없는 것은 근육의 훈련, 치열 및 골격의 적응

때문인 것으로 판단된다.

전통적인 FR-4의 labial bow는 상악 전치부에 접촉하여 상악 전치의 정출을 허용하면서 순측 경사를 억제하고, labial pads는 하악 전치부의 전정부에 위치하여 하악 전치의 정출과 순측 경사를 허용하도록 고안되어 있다. 이와 같은 전통적인 FR-4의 디자인은 서양인의 안면 골격형태와 관련 깊다. 즉, 서양인(dolichocephalic headform)은, Ⅱ급 부정교합이 흔히 나타나고, 개교합도 Ⅱ급 부정교합과 함께 나타나는 경우가 많다. 그러나 동양인(brachycephalic headform)은 Ⅲ급 부정교합의 빈도가 높고, 개교합도 Ⅲ급 부정교합에 동반되어 나타나는 경우가 많아, 이 경우 전통적인 FR-4의 사용은 하악 전치의 순측 경사를 허용하게 된다. 증례 1의 치료 전, 후 측두극방사선사진상의 계측치를 비교해보면, 구개평면에 대한 하악평면각이 35°에서 34°로 감소하였고, 개교합의 경향은 개선되었으나 상악골의 길이가 2mm 증가한데 비해 하악골의 길이는 5mm 증가하여 상대적인 하악골의 길이 성장량이 많았고, 하악평면에 대한 하악 중절치의 각이 1°증가하여 Ⅲ급 부정교합이 강조되어 나타났다. 전술한 바와 같이, 구순 폐쇄훈련에 의한 개교합의 개선과 전통적인 FR-4의 구성요소 중 하순 쪽에 위치한 labial pad로 인한 하악 전치의 순측 경사가 발생하여 이러한 현상이 나타나는 것으로 판단되었다. 이처럼 개교합은 개선이 될지라도 Ⅲ급 부정교합은 개선되지 않거나 심지어 더욱 악화될 수 있다. 개교합과 Ⅲ급 부정교합이 함께 나타난 경우, 과거에는 부정교합의 심도에 따라 FR-3와 FR-4를 번갈아 사용하였으나 차후에 치료하게 되는 부분의 개선이 더욱 어렵게 되는 경우들을 피할 수 없었다. 증례 2와 3은 상기 문제점을 갖는 환자의 치료를 위하여 labial bow와 labial pads의 위치를 바꾼 modified FR-4를 고안하여 사용하였다. 증례 2에서는 상악골의 길이 성장이 6mm, 하악골의 길이 성장이 7mm로 성장량에는 큰 차이가 없었으나 하악평면에 대한 하악 중절치의 각이 5°감소되어 Ⅲ급 부정교합이 개선되었고, ODI 계측치가 69°에서 70°로 증가하여 개교합의 개선 경향을 보였다. 증례 3 또한 하악골의 길이 성장은 1mm정도로 제한되었고, 하악평면에 대한 하악 중절치의 각이 5°감소되었으며, 구개평면에 대한 하악평면의 각이 1°감소하고 ODI 계측치가 69°에서 71°로 증가함을 보였다. 이상을 종합해보면 개교합의 개선이 나타난 기전은 구순 폐쇄훈련에 의한 것으로 판단되고, 증례 1에서 Ⅲ급 부정교합의 개선에 도움이 되지 않은 labial wire와 labial pad의 위치를 바꾸어 제작한 modified FR-4를 개교합과 Ⅲ급 부정교합이 함께 나타난 환자에게 적용한 바, 두 가지 문제점이 동시에 개선될 수 있었다. 증례 1, 2, 3 모두 장치의 사용이 좀 더 지속되어야 하며, 경우에 따라서는 space supervision이나 고정성 교정치료가 필요할 것으로 판단된다.

IV. 요약

전치부 개교합은 어떤 종류의 부정교합과도 함께 나타날 수

있는데, 손가락 빨기, 혀에 의한 습관, 비호흡 부전, 골격 성장의 이상 등 여러 요인이 복합적으로 작용되어 나타나기도 한다. 일반적으로 전하안면의 길이 증가, 큰 하악각, 하악골의 후하방 회전이 관찰되며, 발음, 저작, 심미적 문제를 야기할 수도 있다.

여러 가지 치료법이 있으나, 앞서 소개된 임상례는 전치부 개교합이 Ⅲ급 부정교합과 동반되어 나타난 환자에게 modified FR-4를 적용하여 두 가지 문제점이 모두 개선되었음을 보고한 것이다.

1. FR 등의 기능적 장치는 협조도가 좋은 혼합 치열기의 성장 중인 아동에게 사용하는 것이 바람직하다.
2. Modified FR-4는 전치부 개교합과 Ⅲ급 부정교합이 함께 나타난 경우에 효과적으로 사용될 수 있다.
3. 이상적인 교합의 형성을 위하여 공간 관리 및 고정성 교정 치료가 요구될 수 있다.

참고문헌

1. Subtelny JD, Sakuda M : Open-bite: diagnosis and treatment. *Am J Orthod* 50:337-358, 1964.
2. Johnson ED, Larson BE : Thumb-sucking: literature review. *ASDC J Dent Child* 60:385-398, 1993.
3. Straub W : Malfunction of the tongue. Part I. The abnormal swallowing habit: its cause, effects and results in relation to orthodontics. *Am J Orthod* 46:404-424, 1960.
4. Tulley WJ : A critical appraisal of tongue-thrusting. *Am J Orthod* 55:640-650, 1969.
5. Proffit WR, Mason RM : Myofunctional therapy for tongue-thrusting: background and recommendations. *J Am Dent Assoc* 90:403-411, 1975.
6. Proffit WR, White R : Long-face problems. In: *Surgical-orthodontic Treatment*. CV Mosby Co. 381, 1990.
7. Kim YH : Overbite depth indicator with particular reference to anterior open-bite. *Am J Orthod* 65:586-611, 1974.
8. Linder-Aronson S : Adenoids: their effect on the mode of breathing and nasal air flow, and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. *Acta Otolaryngol Suppl.* 265:1-132, 1970.
9. Schudy FF : The rotation of the mandible resulting from growth: its implications in orthodontic treatment. *Angle Orthod* 35:36-50, 1965.
10. Enlow DH, Hans MG : *Essentials of Facial Growth*. Saunders company, 166-170, 1996
11. Erverdi N, Kucukkeles N, Arun T, et al.: Cephalometric evaluation of crib therapy for cases of mixed dentition(open bite). *J Nihon Univ Sch Dent* 34:131-136, 1992.
12. Frost DE, Fonseca RJ, Turvey TA, et al.: Cephalometric diagnosis and surgical-orthodontic correction of apertognathia. *Am J Orthod* 78:657-669, 1980.
13. Dellinger EL : A clinical assessment of the Active Vertical Corrector-A nonsurgical alternative for skeletal open bite treatment. *Am J Orthod Dentofacial orthop* 89:428-436, 1986.
14. Ngan P, Wilson S, Florman M, et al.: Treatment of Class II open bite in the mixed dentition with a removable functional appliance and headgear. *Quintessence Int* 23:323-333, 1992.
15. Viazis AD : Correction of open bite with elastics and rectangular NiTi wires. *J Clin Orthod* 25:697-698, 1991.
16. Fränkel R, Fränkel C : A functional approach to treatment of skeletal open bite. *Am J Orthod* 84:54-68, 1983.
17. Erbay E, Ugur T, Ulgen M : The effect of Frankel's function regulator(FR-4) therapy on the treatment of Angle Class I skeletal open bite malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 108:9-21, 1995.

Abstract

CLINICAL APPLICATION OF MODIFIED FR-4

Jae-Hyuk Song, Keung-Ho Lee, Yeong-Chul Choi

Department. of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Kyung Hee University

Anterior open bite is one in which the teeth in the anterior portion of the maxilla and mandible are vertically apart and lack the overlapping necessary for the incisive function when the mandible is in closed position.

Anterior open bite is a result of the interaction of many different etiologic factors including thumb and finger sucking, lip and tongue habits, airway obstruction, skeletal growth abnormalities and its tendency may appear with any type of skeletal patterns, such as Class I, II or III malocclusion types.

Though the treatment methods for anterior open bite are various, the conventional FR-4, designed by Rolf Fränkel, is known to be effective in treating open bite cases with Class I or II skeletal patterns.

It is due to that an incidence of skeletal Class II is high in the Occidentals, and open bite is accompanied by these malocclusion type in many cases. However, an incidence of skeletal Class III is high in the Orientals, and open bite is sometimes accompanied by skeletal Class III in many cases. Although the use of the conventional FR-4 was effective in the treatment of open bite, skeletal Class III would be worsened. So, a modified FR-4(placing the labial bow in the lower, the labial pads in the upper) was designed for the treatment of patients showing skeletal Class III and open bite.

Key words : Anterior open bite, Conventional FR-4, Modified FR-4, Skeletal Class III malocclusion