

◆ 최신 해외보철문헌소개 ◆

# 電氣鍍金에 의한 總義齒의 金屬口蓋床 製作

## —Electroformed Metal Palates for Complete Dentures—

서울대학교 치과대학 보철학교실

김 영 수

총의치 구개상<sup>1-3)</sup>을 제작하는 데에 용액중에서 고성능의 전류를 이용하여 충격파를 전도시켜 모형상에 녹슬지 않는 강철(stainless steel)을 입힘으로써 얇은 「스테인레스 스틸」판이 모형상에 깔려지게 되는 방법은 또다시 치과의사들의 관심을 불러 일으켜 주었다.

치의학사상 장구한 동안 금속구개상을 제작하기 위하여 금속모형을 만들어 압인하여 만드는 방법(swaging technique)과 주조하는 방법(casting technique)에 대해 열심히 연구되어 왔다.

압인에 의해서 구개상을 제작하는 조작술(두개의 모형과 구개상을 만들기 위한 4~5개의 대응모형을 이용하여 aluminium, silver, platinum, iridio-platinum, palladium-silver, stainless steel 또는 gold alloys<sup>4-7)</sup>를 재료로 사용한)은 금속구개상이란 장점에 그 가치를 두고 있다는 점을 강조하고 있다.

1820년에 주석(tin)으로 의치상을 주조한 예가 보고되었고 그 후에 세가지 기본금속(tin, aluminium, gold)을 다른 금속들(silver, copper, bismuth, nickel, magnesium, platinum과 palladium)과 합금하여 시험되었는데 점차적으로 폐기되었으며<sup>4,6,7)</sup> 요즈음에는 주조구개상은 보통 「코발트-크로미움」(cobalt-chromium) 합금으로 제조한다. 금속구개상을 제작하기 위하여 압인하는 방법과 주조하는 방법의 양자에 소비한 시간과 노력을 생각해 본다면 필요는 없다 하더라도 금속구개상은 의치제작하는데 대한 부수적인 것으로써의 흥미가 있다는 것이 명확하다.

Swenson<sup>8)</sup>이 말한 금속구개상의 장점은

1. 「레진」(resin)에 비하여 열전도성(thermal conductivity)이 더 좋으며

2. 의치상면의 자극성이 적기 때문에 조직의 내성(tolerance)을 증가시키며 온냉에의 자극을 증대시키고

3. 환자에게 혀가 움직일수 있는 공간(tongue space)을 더 넓혀준다는데 중요한 요소가 되는 구개를 덮는 구개상의 두께를 감소시켜 준다는 것이다.

금속구개상의 단점은 값이 비싸고 「리베이싱」(rebas-ing)과 후구개 폐쇄부를 조절(posterior palatal seal adjustment)하는 경우 유지상의 난점이 있다는 것이다.

「코발트-크로미움」 합금과 같은 비귀금속으로 얇고 커다란 의치상을 주조하는 것은 기술상 복잡한 문제가 관여되어 있기 때문에 비교적 값이 비싸다. 불가능한 문제는 아니나 적합도가 확실성이 부족하며 조절하기도 어렵다.

### 녹슬지 않는 강철(stainless steel)

「스테인 레스 스틸」을 전기도금(鍍金)에 의해서 금속의 두께를 형성한다는 것은 현재 사용되고 있는 다른 방법을 이용할때와 마찬가지로 방법은 간단하지만 아직도 각 개인마다의 특유한 방법으로 각구개상을 제작하고 있다는 단점이 있다. 이러한 것은 시간낭비인 것이다. 만약 동시에 많은 수의 구개상을 최소한의 관리로 제작할수 있다면 다량생산하는 방법이 이점이라 할수있다. 이런점을 감안하여 인공재료인 경석고 모형상에서 금속구개상을 전기도금하여 제작하는 방법을 고안해 냈다. 구강내 상태에서 변색되는 것을 방지하기 위하여 금속을 도금할 때에 유도되는 중압이 적은 「닉켈」을 도금에 사용하였는데 「닉켈」은 금으로 도금하였고 어떤때

Rogers, O. W.: J. Pros. Dent. 23:207~217, 1970.

에 있어서는 「로듐」(rhodium)으로 도금하였다.

## 방 법

도금하는 과정에 들어가기 전에 제작모형에 일부변형(modification)을 가해서 복제(duplication)한다. 이와 같은 것은 첫째로 금속구개상이 의치속에 파묻힐 유지를 만들어 주고 둘째로는 금속구개상의 양측에 있게 되는 의치상수지에 대한 끝임선(finishing line)을 형성해 주는 데 필요하다(그림 1).

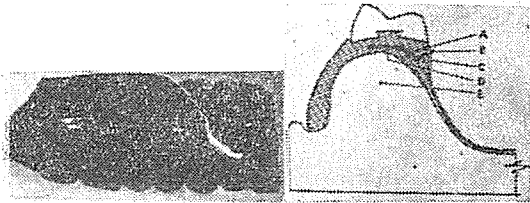


그림 1A. 전기 도금으로 제작된 금속 구개상 의치를 전후관계로 절단한 것임. 「에크리릭 레진」에 파묻힌 금속의 두께가 증가된 것을 주시할 것. 그 유지부에 있어서 구개상에 더 강한 힘을 부여하기 위해 이 부위에 금속을 상당히 두껍게 침착시켰음.

그림 1B. 금속 주위에 “acrylic sandwich”가 여하히 형성되어 있는가 하는 것을 보여주는 구치부의 절단면 도해. 끝임선은 양쪽 설측부(A)와 조지면(B)에 수지가 두껍게 되도록 와 있다.

- (A) 설측 finishing line
- (B) 금속 도금형
- (C) 구개측 finishing line
- (D) 치조골 정상에 띄워준 부위
- (E) 경석고 모형

1. 반장두께의 「쉬이트 왁스」(sheet wax, dental modeling wax)를 원모형의 치조정상 틀레에 깎는다(그림 2).

2. 잘라낸 「쉬이트 왁스」상에 「코발트 크로미움」의 치상의 끝임선을 주조물에 만들어 주기위해 주조할때 사용하는 기성형태의 재료를 적당하게 배열한다(그림 3).

3. 준비된 원모형을 통법으로 복제하여 모형용 경석고를 부어 넣는다(그림 4).

4. 복제한 모형을 다듬는다.

5. 모형의 기저부에 약 0.5cm깊이의 작은 구멍을 2개 뚫는다.

6. 그림 4에 보여주는 바와 같이 전도체부위까지 연결시켜줄 철사를 구부려서 인산아연 「세멘트」로써 뚫어 놓은 구멍속에 접촉시킨다(그림 5).

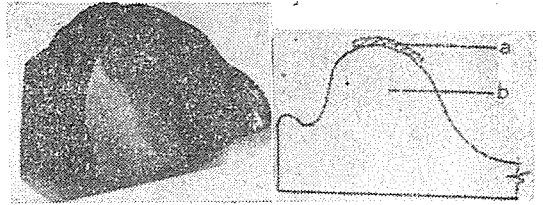


그림 2A. 반장 두께의 「왁스」를 복제할 모형의 치조정상에 깔음.

그림 2B. 설계의 절단면도해

- (A) 완충납
- (B) 경석고 모형

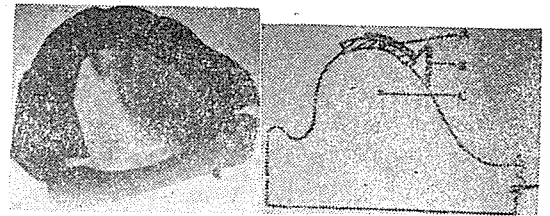


그림 3A. 기성형태의 재료를 완충납위에 덧붙임. 복제할 준비가 끝난 상태의 모형.

그림 3B. 설계의 절단면도해

- (A) 완충납
- (B) 기성형태의 재료
- (C) 경석고 모형

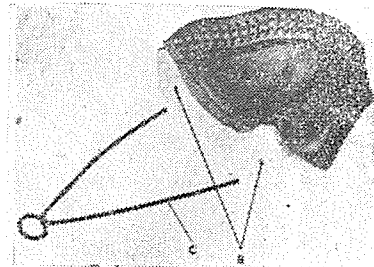


그림 4. 복제된 경석고 모형(A). 전도부위까지 연결해줄 철사(C)를 삽입하기 위해 모형의 기저부에 뚫은 구멍(B).

## 복제된 모형의 금속화

전도성있는 은 (Degussa Conductive Silver 200, Degussa-Frankfurt au Main)을 도포하여 모형을 준비한다.

1. 모형의 도금할 부위에 전도성있는 은을 얇게 발라

준다.

2. 전도성 있는 은칠위에 용매제 「이더」(ether)를 다시 칠한다.

3. 모형에 삽입된 철사에도 은「페인트」를 도포하므로써 전류가 도금될 부위로 전도되는 것을 확실하게 한다

4. 경석고 모형중에 처리되지 않을 부위는 노출된 부위에 전해액에 의한 화학적인 영향을 받지 않도록 보호해 주기위해 「에폭시 레진」(epoxy resin)을 도포한다.

### 전기도금법

1. 온도조절장치가 달린 P. V. C. 통. (A. C. I. Plastics) 속에 8리터의 전해용액 (Barrett's<sup>10</sup>) modified solution, Nickel sulfamate 450g/l, Nickel Chloride 30g/l. Boric Acid 45g/l, PH 3.5—5.0)을 넣는다.

2. 온도를 100°F와 120°F (38°C와 49°C)로 유지시킨다.

3. 음극의 전류밀도를 평방 「피어트」당 20 내지 60amp. 로 유지시킨다. (평방 「메시미터」당 2.2 내지 6.6 amp. 를 유지시킨다) 이와같은 방법으로 23개의 구개상을 제작했다(그림 6).

4. 두께가 0.017과 0.045 「인치」사이의 구개상의윤과 0.004 내지 0.009 「인치」되는 구개상을 제작하는 데는 16 내지 18시간 동안 도금한다.

### 끝 마침

1. 도금된 모형을 썰어서 건조한다(그림 6).

2. 「세퍼레이팅 디스크」로써 구개의 윤곽을 필요할만큼 잘라낸다(그림 7).

3. 구개상을 경석고 모형에서 들어 올린다(그림 8).

4. 통범으로 연마하는데 보통 금이나 「로디움」도금하기 전에는 연마할 필요없다.

5. 도금한 구개상에 금이나 「로디움」을 도금한다.

6. 경도치(300 D. P. N.)가 증가되었으며 금의 함량(92%)이 높아 졌으므로 전해액에 시안화물(cyanide)함량이 적고 구연산(citric acid)이 가해져서 완성시에 대단히 반짝거리는 광택이 나며 침착된 금이 보통 시안화물 용액을 사용한 것보다 더 단단해지는 금도금용 전해액을 사용해야 한다.

7. 구개상을 원모형에 다시 장착시킨다.

8. 인공치를 배열하고 구개상까지 포함하여 납의치(wax denture)를 형성한다.

9. 납의치를 배열해서 은성처리하여 정상적인 모양을 형성하여 완성한다(그림 9와 10).

### 토 론

금속화한다는 것은 모형상에 얇고 연속적인 금속면을

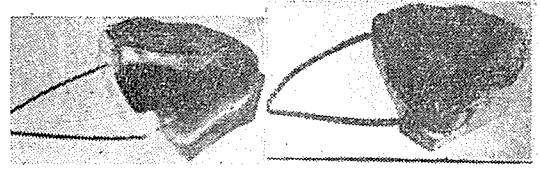


그림 5. 전도체에 까지 연결시켜 주는 철사가 정위치에 「세멘트」로 접촉되었으며 철사로부터 도금될 부분에까지 이르는 전도성면을 형성하기 위하여 금속화 되었음.

그림 6. 중압이 낮은 「닉켈」로써 도금한 후의 모형. 도금된 부의 가장자리에 전류가 집중되기 때문에 한계부에 결절이 생긴다.

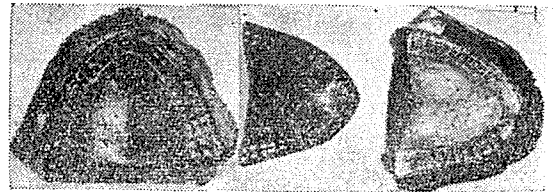


그림 7. 전기도금된 구개상을 필요한 형태만큼 「세퍼레이팅 디스크」로써 주위를 돌아가면서 자른다.

그림 8. 전기도금된 구개상을 경석고 모형에서 분리함. 금 또는 「로디움」으로 보호막을 입히고 나면 상악총의치내에 삽입할. 준비가 다 완료된 것임.

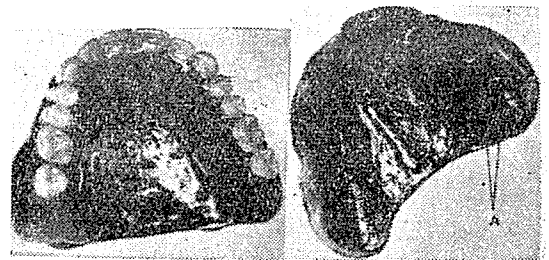


그림 9. 전기도금한 금속 구개상의 총의치. 금속과 「에크리틱 레진」에의 끝맺음선을 주시할 것.

그림 10. 전기도금된 금속 구개상이 달린 상악총의치의 기저면. 금속과 「에크리틱 레진」간의 끝맺음 선을 주시할 것. 배열된 금속의 유지에 보탬이 될 구멍들. 이런 방법은 임의로 하는 것임.

형성하는 방법인데 이렇게 하므로써 전기를 전도시킬수 있다. 거울용 유리에 은을 입히는 데도 사용되는 것과

같은 예의 화학용액으로부터 은을 침전시키는 은환원법(silver reduction method)과, 그 방법은 비슷하지만 은 대신 동(copper)을 사용하는 것으로써 특수한 「프래스틱」(plastics)에 도금하기 위하여 최근에 발전된 전기를 이용하지 않는 동환원법(electroless copper reduction method)이 시험되어 왔다.

이런 과정에서는 모형을 비흡수성으로 만들 필요가 있다. 그것은 「웍스」에 뚫이거나 「에폭시 레진」으로 처리하여 만들 수 있는데 전류가 필요치 않은 구리의 경우에는 「메틸 에칠 케톤」(methyl ethyl ketone)에 용해한 A. B. S. (acrylonitrile-butadiene-styrene) polymer로써 처리한다.

이와같은 방법은 도금한 구개상이 변형되어 적합이 불량해 질 수가 있으며 화학약품이 손에 오염될 수 있다고 생각되므로 다른 방법이 고안되었다. 「오일」(Degussa Silver Mixture 112(oil) Degussa-Frankfurt au Main)과 수분(Degussa Silver Mixture C(water base) Degussa Frankfurt au Main)이 주성분으로 된 약품이 고안되었는데 이런 「페인트」들은 가열 하므로써 금속으로 환원되지만 소요되는 열로 인하여 종종 전도면에 수포를 형성하는 증기가 생겨서 모형이 파괴되는 수가 있다. 그렇지만 도포한 후에 건조기 내에서 건조하고 표면환원을 「콤파운드 토치」(compound torch, torch lamp)의 화염으로 시작하면 좋은 표면을 만들 수 있다.

가장 간단하고 가장 효과적인 방법은 도금을 요하는 면에 전도성 있는 「페인트」(Degussa Conductive Silver 200 Degussa-Frankfurt au Main)를 칠해서 덮는 것이다. 이 「페인트」는 모형에 삽입한 철사와 반드시 접촉이 되도록 해서 전류가 도금될 부분까지 전도되어야 한다(그림 5).

전도체의 저항은 절단면(전도체가 얇으면 얇을 수록 그 저항은 커짐)에 의해서 반비례로 변하며 그 길이(전도체가 길으면 길수록 저항은 커짐)에 대해서는 정비례하기 때문에 철사에 접촉되는 면적은 가능한 크게 해 줘야 한다. 제조업자는 전도성 은의 전도성을 증가시키기 위해 열처리 할 것을 권장하고 있다. 「페인트」와 함께 용매계 「이더」(ether)를 사용하므로써 확산되는 요소가 증가되며 적합도에 영향을 미칠 수 있는 두께는 감소되며 전도성은 대단히 증가한다. 그러므로 열처리 는 필요치 않게 된다. 용매는 결합제로써 사용되는 「이더 오일」(ether oil)과 유기성분을 제거하며 「페인트」에 의한 분자간 접촉을 더 밀접하게 한다.

공업적 생산방법과 같은 「닉켈」 전기도금법은

1. 복잡한 형태라도 제작할 수 있고,
2. 대단히 확실성있게 한정된 좁은 면적과 다양한 표

면의 성질을 재생할 수 있으며,

3. 미세한 절까지 자세하게 형성할 수 있고,
4. 넓은 면을 형성할 때에도 적용할 수 있기 때문에 급속히 증가하고 있다.

이미 사용되고 있는 예로써는 공업용 부분품이 몹새 낡아 마모되거나 오래 쓴 기계면을 개조할때<sup>4)</sup> 전기타자, 「프래스틱」물질을 틀에 넣어 만드는 음각(die)의 제조, 「테이더」와 유도기, 표면조성(roughness) 기준기와 측정기 제조공업중에 「스탬퍼」(stamper) 등과 같은 여러가지 주요부분품의 제작등이다.

「닉켈」은 cc당 상대밀도가 8.9gm이란 점이 「코발트 크로미움」과 「스테인레스 스틸」과 비교할 수 있는 점이다. 사용하는 전해액과 조절하는 상태에 따라서 「닉켈」은 55-110×10<sup>3</sup> p. s. i.의 최대장력을 갖으며 130-275 D. P. N.의 경도범위와 32-5%의 백분율 신장도를 갖는다. <sup>13, 15)</sup>

「닉켈」로 도금침착된 장력과 경도와 연성의 관계는 서로 연관성이 있다. 장력이 증가하면 경도도 증가하는 반면 연성과 백분율 신장도는 감소한다. <sup>15)</sup>

덧붙여 말하자면 상기성질들과는 관계가 없는 내부압력이란 것이 있는데 이러한 힘은 변형되거나 전기도금된 금속이 모형에서 분리되는데 충분할 정도로 클 수가 있다. 전기도금으로 침착된 금속은 장력 또는 수축력이 있을 수 있어서 침착된 금속을 굽이 가게 하거나 벗겨 지거나 구부러지게 할 수가 있으며 압축 또는 팽창력은 침착물을 부풀어 오르게 하거나 도금을 구부러 뜨릴 수 있다.

watt형의 전해액<sup>13, 15, 16)</sup>으로 형성된 침착물은 장력이 18,000내지 23,000 p. s. i에 이른다. 이런 압력은 필요는 없지만 도금으로 침착된 금속이 영구적으로 기저 금속에 부착되는데 그다지 해롭지는 않다. 전기도금에는 정확한 재생을 확실시 하기위해서는 장력이 10,000 p. s. i.를 초과해서는 안된다. 「닉켈」을 도금하는데 사용되는 전해액인 「셀파메이트 베스」(sulfamate bath)의 내부장력은 1,000—6,000 p. s. i 사이이다. <sup>13)</sup> Kendrick<sup>16)</sup>은 평방 「피이트」당 50amp.의 전류밀도(5.5amp per square decimeter)일때 작용하는 전류밀도가 농축된 「닉켈」 「셀파메이트 베스」(600gm. per liter)는 침착물내에서 14,000 p. s. i의 내부압축력을 나타낸다고 보고했다. 평방 「피이트」(22amp. per square decimeter)당 전류밀도가 200amp. 일때의 침착물은 압력이 없었다.

「셀파메이트 베스」는 사용될 수 있는 조건의 범위가 상당히 넓다. 온도가 25°C에서 최대전류밀도가 평방 「피이트」당 140amp. (15amp. per square decimeter)이며 75°C일때 최대전류밀도는 평방 「피이트」당 (32amp.

per square decimeter) 300amp까지 증가했다. 이것은 시간당 각각 0.007[인치]가 침착되는 것과 시간당 0.015[인치]가 침착되는 것의 비율이 일치하는 것을 보여주고 있다. 그러나 전류밀도가 높으면 높을수록 음극 면상의 두께의 기복이 더 심해지며 온도가 높을수록 팽창계수는 보상을 요하는 요소로써 나타난다.

kendrik<sup>16)</sup>은 평방[피이트]당 (22amp. per square decimeter) 전류밀도가 200amp이고 온도가 60°C인 농축된 「셀파메이트」용액(600gm. per liter)으로부터 침착된 암력이 없는 닉켈을 만들어 냈는데 그 침착비율은 시간당 0.01[인치]였다.

이 논문에서 기술한 용액에 의한 최대 침착비율은 시간당 0.0025[인치]였는데 조정하는 조건을 개선함으로써 증가시켜줄수 있었다.

어떤 실험에에서는 보통 사용하는 얇고 납작한 형태의 양극(陽極, anode)를 사용하지 않고 도금되는 금속의 두께를 조절하기 위하여 도금될 물체의 형태에 맞춰 모양을 이루어준 양극(contoured anode)를 사용하므로써 일반적으로 구개연보다 후연쇄쇄부가 더 두껍게 형성되었으며 이러한 구개상들은 상당히 견고했다.

치조정에 침착된 「닉켈」은 구개면에 있어서 보다4—5배 두꺼웠다(그림 1A). 이것은 혀가 움직일수 있는 공간을 감소시켜 씹이 없이 「에크리릭 레진」에 파묻히는 구개부분에 강도를 증가시켜 준다.

「닉켈」과 동(copper)을 교대로 겹쳐 형성하는 일련의 얇은 층으로 된 구개상을 제작하여 보았으나 혼합식 금속 도장법(coating)을 사용한다는 것은 단지 한번쯤 생각해볼만한 흥미있는 공론일뿐이며 기술적인 난점을 더 증가시키는 것 뿐이다.

전기도금은 치과 기공소에서 할수있는 것이며 적당한 장치만 설립된다면 제작근거로 보아 다수의 구개상을 동시에 제작하는데 이용하는 것이 더욱 적합하다.

## 결 론

상악총의치의 금속구개상을 전기도금법에 의하여 제작하는 새로운 방법을 기술했다. 전기도금하는 것은 주조하는 방법이나 압인하는 방법보다 면개생애의 정확성이 더크고 판여된 과정과 소요의 재료가 적으며 전기도금으로 침착된 금속은 주조시에 일어나는 금속자체의 오차나 모형과 대응모형에 의한 오차가 일어나지 않는다.

## 참 고 문 헌

1) Blair, G.A.S., and Crossland, B.: The Explosive Forming of Stainless Steel Dentures,

Dent. Pract. 13: 413-419, 1963.  
 2) Bahrani, A.S., Blair, G.A.S. and Crossland, B.: Further Developments in the Explosive Forming of Stainless-Steel Upper Dentures, Dent. Pract. 14:499-505, 1964.  
 3) High Energy Forming of Dental Plates, D. Mag. & Oral Topics 81:17-18, 1964.  
 4) Turner, R.C., and Anthony, L.P.: The American Textbook of Prosthetic Dentistry, ed. 6, London, 1932, Henry Kimpton, pp.560-583.  
 5) Siddle, G.H.: Stainless Steel Work in Mechanical Dentistry, ed. 2, London, 1945, Henry Kimpton, pp. 28-53.  
 6) Osborne, J.: Dental Mechanics for Students, ed. 1, London, 1939, John Bale, Sons & Staples Ltd., pp. 138-155, 168-182.  
 7) Swenson, M.G.: Complete Dentures, ed. 2, St. Louis, 1947, The C.V. Mosby Company, pp. 558-571.  
 8) Swenson, M.G., and Stout, C.J.: Complete Dentures, ed. 4, St. Louis, The C.V. Mosby Company, pp. 519-531.  
 9) Storer, R.: Post-damming the Full Metal Palate, Dent. Prat. 9:20-21, 1958.  
 10) Barrett, R.C.: Nickel Plating from the Sulfamate Bath, Plating, 41:1027-1032, 1954.  
 11) Korbek, A., and Duva, R: Precious Metal Plating and Solderability. A preliminary Report. Sel-Rex Corp., Nutley, N.J., pp.142-144.  
 12) Foulke, D.G.: The Effects of Addition Agents on the Structure and Physical Properties of Gold Electrodeposits, Plating, 50:39-44, 1963.  
 13) Electroforming with Nickel, the International Nickel Company, Inc., N.Y., pp. 3-19.  
 14) Oswald, J.W.: Heavy Electrodeposition of Nickel, The International Nickel Company (Mond) Ltd., London, 1962, pp.5-33.  
 15) Croly, P.B.: All-Nickel Shell Electro Type Plates, The International Nickel Company, Inc. N.Y., 1964, pp.1-6.  
 16) Kendric, R.J.: High-Speed Nickel Plating from Sulphamate Solutions, The International Nickel Company (Mond) Ltd., London, 1964.  
 17) Nickel plating, The International Nickel Company (Mond) Ltd., London, pp. 5-46, 1963.