弗素イオン導入法の臨床

川　島　　康
東京歯科大学教授　市川病院歯科

歯界展望
第３６巻　第５号　別冊
昭和４５年１１月１５日

弗素イオン導入法の臨床

川　島　　康

はしがき

今回、弗素イオン導入法について、その臨床応用面につき紹介するわけであるが、そもそも弗素イオン導入法とはいかなるものであるか、概略の解説を行なったうえで、実際応用面につき述べたいと思う次第である。

イオン導入法と称せられる治療法は、歯科領域についてみると、たいへん古い歴史を有し、1890年代より試みられてきている。しかしながら、臨床上普遍的に行なわれてきていないために、全く新しい治療法と思われる向きもなきにしもあらずと考えられるので、イオン導入法、イオン導入法の従来より行なわれてきた過程、弗素イオン導入法、またその応用面の過程について、順を追ってごく概略の紹介を行なってゆきたい。

イオン導入法および従来行なわれてきたイオン導入法の過程

そもそもイオン導入法とは、理学療法に属する一治療法である。本川[1]によれば、“組織に直流電流を通ずる場合には、陽極からは陽イオンが、陰極からは陰イオンが組織内に入り、それらの移動によって電流が流れるのであるが、もし陽極側に特定の陽イオンをおき通電すれば、その陽イオンは組織に入り込み特定の作用を呈することは想像にかたくない。特定の陰イオンを陰極から組織内に入り込ませることも同様にして可能である。この理により、単に薬剤を皮膚上に塗り、自然に吸収されるのを待つよりも、通電によって遠やかに組織中に入り込ませ、作用を確実にしようというのがイオン導入法 Iontophorese の原理である、と以上のごとく定義しているが、きわめて至当な解説であると思われる。

イオン導入法の臨床応用は、皮膚科領域においては、比較的広く行なわれてきた。歯科領域におけるイオン導入法は、Breuer が根管治療の目的に施行して以来、本法に関する研究は、主として感染根管治療に薬剤の到達しにくい根管壁深部、分岐根管内の殺菌をはかるのを目的として、かなり多くの人々によって追求されるようになり、その臨床応用と効果についての報告が出されてきた。

Breuer[2]、Zierler[3]らは、根管内に塩化ナトリウム液、ヨードホルム液、硝酸銀水溶液、ヨード亜鉛液などを満たし、金属線を根管内に深く挿入して通電する方法を用いた。Johnston[4]、Appleton、Grossman[5]らも、ヨード亜鉛、ヨード液などを同様に使用し良好な結果を得たと報告した。

わが国においては、鈴木[6]は、根管治療用に改良した不分極電導子を用い、ヨードカリ、酸化銀アンモニア、Ringer 氏液などを用いてイオン導入法に関する実験を行ない、抜去歯牙、犬の歯牙根端孔を通じ、根端孔外部に、また根管壁内にも多量の薬剤が輸送されることを証明した。さらに、大竹・原[7]、中静・櫻岡[8]、児島[9]、大竹・大谷[10]、鈴木[11]らは、3%銀アンモニア溶液、ペニシリンＧカリウム塩、20%ホモスルファミンなどを用いて、臨床的、細菌学的に良好な成績を得たと報告している。

このように、主として感染根管治療の補助療法としてイオン導入法が行なわれてきた。

感染根管の治療はいかになすべきか？現在なお重要な問題であり、解剖学的に複雑、かつ微細

*YasushiKAWASHIMA
東京歯科大学教授　市川病院歯科

な構造を有する根管の消毒、殺菌、また病巣部に薬剤を到達せしめるのに、単に根管の拡大、清掃のみでは不十分であり、イオン泳動によって薬剤を深部に送り、治療の目的を達しようと試みたためである。

しかしながら、イオン導入法は、単に根管治療のみならず、一部では口腔外科領域においても、顎骨放線状菌症の場合、ヨードイオンの導入が行なわれた。また象牙質知覚過敏に対して、局所に対する8%塩化亜鉛液の導入法が行なわれている。鈴木[12]により本法の臨床応用についての説明がだされている。

以上、従来より行なわれてきたイオン導入法のごく大要を述べたものであるが、主として陽(十)イオンを導入するために、患部に(十)電極を当て、陰(一)電極は、患部より離れた手指などに接し、通電を行なってきた。これに対して、弗素イオン導入法は、(一)の弗素イオンを送り込むために、(一)電極を患部に当て、(十)電極を患部より離れた手指などで把持せしめて、きわめて微弱な30μA～200μAぐらいの電流を通電することによって、歯牙歯周組織内に弗素イオン導入を行なうことが、従来行なわれてきたイオン導入法と相違している点である。

弗素イオン導入法および従来行なわれてきた弗素イオン導入法の過程

金井[13]は、う蝕予防法としての歯牙への弗化物塗布に対して、歯髄血液のpHが7.8、歯髄組織のpHが7.3、唾液pHが6.8程度とみなされるため、(十)イオンは歯牙表面から歯髄組織に向かうが、弗素のごとき(一)イオンは逆に歯髄組織から歯の表面に向かって拡散されるため、確実な効果を期待しにくいと考え、イオン電気泳動の立場から、微少電流により、(一)イオンを積極的に歯牙の表面から滲入させる方法として電気歯刷子を考察し発表した。

さらに金井は、この創意に基づき、200μAまで通電しうる装置を臨床応用のため作製し、Pyo-Cureと名づけられ市販された。

本装置は、電源、電導子、可変低抗器、および

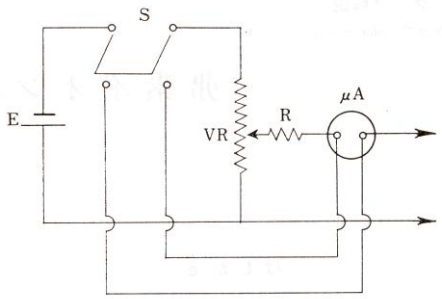


図 配 線 図
E：電源　VR：可変抵抗器　R：抵抗
S：電鍵　μA：電流計

マイクロアンメーターよりなり、電源として9Vの積層乾電池を使用している。(現在はACﾀｲﾌﾟ)

本装置の配線図は、上図のごとくである。

装置の外観上、直接手で握る部分を全部金属製とし、この部分を(十)電極とした。また反対側の部分には、付属の各種アタッチメソトを簡単に接続、撤去できるようにした都分を(一)電極とした。かくして(十)電極を把持し、(一)電極に接続したアタッチメントの先端に弗化ソーダー(NaF)溶液をつけ、歯面に接触させて通電すると、電流は金属製把柄を握る手より人体を通り、歯髄組織、歯牙組織を経て歯牙表面に向かって流れ、弗素イオンは逆に、歯牙表面から歯髄の部分に向かって拡散、浸透して歯牙内部に沈着すると発表した。

金井は、本装置を用いての研究結果から、次の3点を述べている。

(1)弗素イオンの作用は強大であり、それに必要なイオン量では、生体になんらの為害作用がないため、慢性化膿性炎に良好な結果をもたらす。

(2)弗素イオンは、組織の収斂作用があり、水素結合によって組織蛋白を緊密化するため慢性辺縁性歯齦炎などには好適である。

(3)歯牙および歯漕骨の成分たる燐灰石は、水酸化隣灰石、炭酸隣灰石、弗化隣灰石などであるが、弗化燐灰石は、最も化学的に安定である。

したがって弗素イオン導入により、患歯歯根周囲歯槽骨の化骨促進をはかるとともに患歯歯質に浸透し、醸酸抑制、硬度増加とともに、細菌繁殖の抑制への効果を期待しうる。

加藤[14]は、Pyo-Cureを用いていわゆる歯槽膿漏症患者の患部に、弗素イオン導入法を行ない、50μAの通電で、1ヵ月以上加療例全例に、X線所見上病変部歯槽骨頂部の平滑化が認められたと報告した。

加藤・川島ら[15]は、中学、高校生徒の前歯部の辺縁性歯齦炎に対し、弗素イオン導入法を行たい、良好な効果が認められたことを報告した。加藤・川島[16]らは、さらに慢性根端性歯牙支持組織炎に由来する歯齦瘻(FisteI)に対し、同時に弗素イオン導入法を行ない、100μA数回の通電により瘻孔の消失することを認めた。

高橋[17]は、成犬を用い、抜髄後根管内より弗素イオン導入法を行ない、対象と比べ、弗素イオン導入群に、象牙質牆の形成、硬組織による根端閉鎖、根端部歯槽骨の増生を高度に認めたと報告している。

川島[18]は、成犬を用い、実験的感染根管234例に対し、同じく根管内より、通法による根管治療と併用し、弗素イオン導入を行ない、根管充填剤の種類に左右されず、根端部、根側周囲歯槽骨の活発な増生、新生を認めるきわめて良好な治癒成績を得たことを報告した。また人歯牙感染根管治療に対しても、同様にきわめて良好な成績を得た。その結果、感染根管治療に対し、きわめて有効な補助療法であることが確認された。

相[19]は、成犬を用いて、さらに窩洞形成後の弗素イオン導入法が歯髄に与える影響について観察した結果、対象例、通電のみ行なった例に比べ、弗素イオン導入例に、高度、高率に補綴象牙質の形成を認め報告した。

以上わが国におげる弗素イオン導入法の実験的、臨床的報告の概略について述べたが、いずれも2.8% NaF溶液を使用している。

他方、欧米諸国においても、弗素イオン導入法についての報告が出されている。

W.Lefkowltz[20]は、窩洞に弗素イオン導入を行たった結果、除痛剤として有効な結果を得たが、その後、唾液を用いた実験でも同様な結果を生じ、共通の原因は電流であると述べた。しかし、J.Simmons[21]は、歯頸部知覚過敏に弗素イオン導入法を行ない、これをほとんど除去することができ、また窩洞形成、支台歯形成後の疹痛についても、これを減ずることができると述べ、ほかのものでも試みたが、これと同等の効果は得られず、またこの除痛作用は永久的で、再発はまれであると述べている。N.M.Scott[22]は、弗素イオン導入法により窩底歯細管直下に、対照例と比べ、明らかな補綴象牙質の形成を認めた。

A.L.Jensen[23]は、弗素イオン導入法の原理に基づきつくられたイオン歯刷子を用い、9週問後に全知覚過敏症の98%が消失あるいは改善され、このような効果は対照に用いられたものにはごくわずかに認められたに過ぎなかうたと報告している。

弗素イオン導入法の装置と付属品

臨床上、本法に用いられる装置は、特許の関係などもあり、主として市販のPyo-Cureと呼ばれている装置が使用されている。本装置の内部は、本文図に示したとおりであるが、使用目的、また使用部位に従い、(一)極に接続する種々の付属品が付いている。

弗素イオン導入法の臨床応用

1)注意事項

①患者の手掌が乾燥しているとき、またはマイクロアンメーターの指針が上昇しにくいときは、手で把持する(十)電極に水または生理的食塩水で湿したガーゼを巻きつけて把持させると、通電上効果的である。

②通電する患部の周囲は、唾液などでぬれていないことが望ましく、さもないと電流により弗素イオンは不必要な部分に拡散し、効果の面から得策でない。したがって簡易防湿またはラバーダムによる完全防湿を必要とする。また通電中は、金属製の排唾管は使用したい。

③ブローチに綿花を巻き、(十)電極に接続し使用する際、金属部が口唇など他の部分に触れないようにする。他部に電流が流れないようにするためである。
④通電時間は、一般的に、1回100μ～150μAで、5分～10分間くらいである。200μA以上の場合、疹痛を訴えることがある。

2)操作法の基本順序

①(十)電極を患者の片手で把持させる。
②(一)極に用途に応じた付属のアタッチメントを接続する。さらにその先端に、綿花ポタンの挿入、またヘラ状のものにはガーゼを巻くこともある。
③スイッチONに入れる。
④電流調節ツマミは、左方に回しておき、通電時200μの電流が急に流れないようにしておく。
⑤アタッチメント先端部の、綿花、ガーゼ、またはトレーの内面にNaF溶液を浸す(図3)。
⑥これを患部に当てる(図4)。
⑦タイマーを希望する時間に合わせると、そのときよりイオン導入が行たわれ、自動的に切れる。

以上操作法を基本的に順を追って解説したが、決して複雑なものでなく、1回でマスターすることができ、またこれらの操作も1分以内で楽にできるようになり、危険は全くない。

3)適応症と各施術例

では、弗素イオン導入法はどのような症例に、どのように行なわれているか、その実際について述べてみる。先に記したごとく、(一)イオン導入であるから、円筒の(十)電極はいつも患者の手に把持させる。

(1)歯頸部知覚過敏

付属のアタッチメントの柄の先端に綿花ボタンを挿入する1歯用3本のうち、歯牙に当てる位置により選択し使用する。50μA～100μAを5分間、連目または隔日行なうと効果的で、通常4～5回行なっている。しかし歯牙の実質欠損を伴うものは、当然その後に充填処置を必要とする。

(2)抜髄、根充後の打診痛

根端部に相当する唇、類側または口蓋側の歯齦上に、知覚過敏のとき応用した1歯用アタッチメントを用い弗素イオン導入を行なう。しかし根端部に病巣があり、それに基づく急性炎症を起こしていると診断されるものには、当然他の治療法を行なわねばならない。抜髄、根充操作などによる外傷性の刺激が強すぎて、歯牙挺挙感、打診痛などを起こしているときには効果的である。

(3)感染根管治療

X線所見上、根端部X線透影像が大で、境界限界型を示し、明らかに歯根嚢胞と診断されるものは、嚢胞壁上皮の破壊がなされない限り、効果的でないと思われるので、根端切除または抜歯の適応と考える。また急性炎症時は通常行なわない。

その他の症例においては、X線所見上、歯根膜線拡張、歯槽硬線の消失、根端部透影像を有し、かつ瘻孔を形成しているような症例でも、瘻孔部歯齦上に、2～3回通電後、通法による感染根管治療と併用し、根管清掃、拡大、消毒後、本法を行なっている。

あくまでも感染根管治療の原則を固く守って施行したあと、補助療法として行なうことが、治療成績をより効果的にするための秘訣である。またオキシドールを使用した際はよく拭き取る。そして根管内は、常に乾燥したあとに、NaF溶液を浸した綿花を挿入するようにする。

根管治療に施行する場合、2つの方法がある。

一つの方法は、Pyo-Cure付属の根管治療用コードの針に綿花を巻き、NaF溶液を浸し、根管内に挿入するか、または先に根管内に綿花を挿入し、NaF溶液を浸したあとに、コードの先端の針をあとから挿入する。

もう一つの方法は、ブローチの先端に綿花を巻き、これを根管内に挿入し、他端を直接(一)電極に差し込む方法である。いずれの方法を行なってもよい。

そのあとで直ちに通電する。通電中は、針またはブローチが他の都分に触れたいようになっていれぱ、術者の手を必要としない。

これは根管治療と併用し、毎回行なう。100μA～150μAで５分間ぐらい行なっている。回数は不定であるが、感染根管治療の原則に従い、自,他覚所見の改善によって根充すればよい。

このように述べると、たいへん手間が掛かるように思われるが、慣れてくると苦にならず、わずか5分間の延長によって、比較的広範な根端病巣にも、骨の再生による修復が行なわれ、臨床上、根管治療の治癒成績が、たいへん向上してくるはずである。

(4)慢性辺縁性歯齦炎、慢性辺縁性歯周炎

除石、歯齦嚢掻爬、歯齦切除、歯齦剥離手術などの局所療法を行なったあと、後療法として行なうと最も効果的である。この場合、アタッチメントの先がヘラ状になったものに、綿花ボタンを4個つげ、またはヘラに直接ガーゼを巻き、NaF溶液を浸し、歯齦上に当てると数歯にわたり同時に行なえる。唇、頬側と舌側から行なったほうがよい。

(5)矯正治療の過誤による歯牙の動揺

矯正装置の選択の誤り、不適合なバンドの長期間装着、セメントの脱落したバンドを放置し歯齦縁下に圧入などにより歯齦部の発赤、腫脹をきたした例、さらに歯槽骨の遇剰吸収をきたした場合、装置、バンドの除去とともに、週2～3回くらいの割合で弗素イオン導入法を行なうと効果的である。

極端な例では、正中離開の矯正のために、輪ゴムを両中切歯にかけ、それが歯齦縁下に埋入し、X線所見上、歯槽骨の約1/2の吸収と歯牙の高度の動揺をきたした症例に本法を施行し、骨の再生とともに、正規の矯正治療を行なえるようになった例もある。1歯用のアタッチメントを用い、歯齦上より導入を行なっている。

(6)う蝕予防

現在各種フッ化物溶液の塗布法が行なわれているが、これらは琺瑯質の深部に浸透しにくい点がある。これに対して弗素イオン導入法により、歯質の内部へ弗素イオンを浸透させ弗化隣灰石を形成させようとする本法は、理論的にはすぐれていると考えられている。

現在実験的に弗素の定量を行ない、その深部への取り込みが証明されてきつつある。しかしながら、その臨床効果の客観的比較判定は、長期間経過後でないとむずかしい点を有している。

臨床上、イオントレーと称する専用トレーがあり、トレーの内面にNaF溶液を浸し、1顎1回で行なえるようになっている。

現在、約3～5ヵ月1回の割合で、3歳児より学童の健康歯を対象とし本法を施行し、同時に刷掃指導も行ない、う蝕の発生については、そのつど精密検査を行なっている。本法を3カ年にわたり行なっている症例もあるが、臨床的に有効と思われる成績も得ている。

まとめ

以上で臨床上行なわれている弗素イオン導入法の適応例と、その術式について紹介したが、弗素イオン導入法の効果の背景を要約すると、

(1)弗素イオンは細菌繁殖抑制作用がある。
(2)組織に対する収斂作用がある。
(3)硬組織の形成を活発に促進する。
(4)弗素イオンが硬組織に入った場合、う蝕に低抗性のある弗化燐酸カルシウムの歯質をつくりうる。
(5)病巣部から膿汁などの腐敗物質を(一)極のほうに集める作用がある。

以上のようにいわれている。欧米諸国においても本療法の成果が報告されているが、わが国においても、ますます本療法の発展が期待される。

文　献

1)本川引一:電気的実験法.南山堂,東京,1959,214.

2)Breuer,R.:Einige Bemerkngen zu Herrn Zahnarzt Zierlers Aufsatz;Neue Methode zur Therapie gangranoser Zahne,Alveolarerkanungen etc.,Z.R.,9:6797.1900.

3)Zierler,F.E.:Zur Elektrosterilisation putrider Zahnwurzeln.Oest-ung,Vjschr.f. Z.,22:131.1905.

4)Johnston,H.R.:Pulp canal fillung and ionization resuIts.Dent Cosmos,64:1257.1922.

5)Grossman,L.I & Appleton,J.L.T.:Experiment and applied studies in electrosterilization.Dent Cosmos ,73:147.1922.

6)鈴木賢策:Iontophoreseに関する実験的研究(特に根管治療に関して).
口腔病学会雑誌,16:6.1942.

7)大竹知世,原節男:酸化銀アソモニア溶液イオン導入法の感染根管治療成績.口腔病学会雑誌,19:141.1952.

8)中静正,櫻岡歌四郎:イオン導入法の臨床応用(その2.ペニシリンイオン導入法による感染根管治療成績について).日歯学術会誌,(3号):1951.

9)児島奥夫:沃度沃度加里イオン導入法の感染根管治療成績.口腔病学会雑誌,19:37.1952.

10)大竹知世,大谷満:イオン導入法の臨床応用(その4.20%ホモスルファミンイオン導入法).日歯学術会誌,1952.

11)鈴木賢策:根管治療におけるイオン導入法.
口腔病学会雑誌,19:9.1952.

12)鈴木賢策:イオン導入法〈歯科臨床技術講座3〉,医歯薬出版,東京,1967.

13)金井昌邦:歯牙硬組織イオン湊透に関する綜合的研究(1).歯牙硬組織に於けるイオンの電気泳 動.日本口腔科学会雑誌,3(4):245.1954.

14)加藤倉三:歯槽膿漏症の物理化学療法の成績.
歯界展望,14:739.1958.

15)加藤倉三,川島康ほか:中学高校生徒に見られる歯齦炎の電気歯刷子にょる治療効果.
日本学校歯科医会会誌総会号,1958.

16)加藤倉三,川島康ほか:根端性歯牙支持組織炎に対する物化学療法の治療成績.歯科学報,59:586.1959.

17)高橋廉平:麻酔抜髄時に於げる弗素イオン導入法が根端附近組織の治癒に及ぼす影響に関する実験的研究.歯科学報,59:1275.1959.

18)川島康:実験的感染根管治療における弗素イオン導入法の効果に関する病理組織的研究.歯科学報,60:231.1960.

19)相有三郎:窩洞形成後の弗素イオン導入法が歯髄にあたえる効果に関する実験病理学的研究.歯科学報,68:1605.1968.

20)Willam Lefkowitz:Pulp response to ionization.j.Prosth.Dent.,12(5):966.1961.

21)Simmons,J.J.Je.:Ionic desensitization on teeth .Tex.Den j.,79(12):11.1961.

22)Harold, M.Scott:Reduction of sensitivity by electrophoresis.j Dent.chaild.,4:225.1962.

23)Arthur,L.Jensen:Hypersensitvity contolled by iontophoresis double blind clinical investigation.J.Amer.dent.Ass.,68:216.1964.