

이온도입법을 이용한 국소마취 효과

대전보건대학 물리치료학과
이 인 학

Effect of local anesthetics iontophoresis

Lee, In-Hak, D.P.H., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Taejon Health Sciences College

<Abstract>

The study was to determine the effect concentration of lidocaine Hcl 2% iontophoresis for duration of local anesthesia.

Emla 5%(lidocaine + prilocaine) cream is an oil-in water emulsion system in which the oil phase consists of a cutectic mixture of the base forms of lidocaine and prilocaine in the ratio 1:1.

Forty college student between the age of 20.57 ± 1.94 , weight of 58.50 ± 9.17 Kg, height 166.87 ± 8.98 Cm were in this study.

The results was as follows.

1. Lidocaine Hcl 2% iontophoresis local anesthesia time is 7.15 ± 2.86 minutes.
2. Emla 5% cream application to local anesthesia time is 57.32 ± 40.26 minutes.

I. 서 론

이온도입법은 부종감소, 혈액순환의 증진, 감염의 전파 방지함으로써, 외상이나 화상, 혈액순환이 저하된 부분의 연골염 등의 치유를 촉진시킨다(이인학 등:1995).

직류를 사용한 이온도입법은 1747년 Pivati가 약물을 전기의 힘으로 몸에 주입할 수 있음을 제시하였고, 1948년 Veratti와 Bianchi 등이 Pivati등의 주장을 입증한 후에, 1903년 Stephane Leduc이 화학물질이 직류전류에 의해서 세포막을 통과할 수 있다는 연구 결과가 발표되

고, 물리치료에 이용하고 있다(이제형:1993, 1995, 이제학:1992, 민경옥:1993, 1996).

외국에서는 최근 이온도입법에 관한 논문이 연간 백여 편이 넘게 발표되고 있고, 오히려 피부과, 이비인후과, 안과, 치과, 비뇨기과, 부인과, 중앙학과 분야 등에서 새로운 약물을 이용한 이온도입치료가 끊임없이 시도되고 있으며, Pilocarpine을 이용하여 체장의 낭성섬유증(Cystic fibrosis)을 진단하는데도 사용되고 있다. 그러나 이온도입치료는 아직 한국에는 보편화되지 못하고, 그 사용 효과의 검증이 이루어지지 않는 형편이다(이제형:1995).

국내의 연구동향을 보면 유창현 등(1990)이 이온삼투

* 이 논문은 1998학년도 대전보건대학 학습연구비 지원에 의해 조성 되었음.

요법을 이용한 통증 치료, 김주영 등(1990)의 Iontophoresis를 이용한 수장족저 다한증의 치료, 정호중 등(1991)의 Iontophoresis를 이용한 특발성 다한증의 치료 증례, 황경상 등(1992)의 이온삼투요법을 이용한 근골격계 질환의 치료에 관한 연구 등의 재활의학 및 피부과 학 임상 논문이 보고되었고, 물리치료 논문은 전국배치가 Procaine 이온도입에 미치는 영향(이재형 등:1997), 왕지네 Venom을 사용한 이온토포레시스가 근육통에 미치는 영향(박지환 등:1998)으로 적게 연구되었다.

국외의 연구동향을 보면, 미세수술을 위한 국소마취제의 투여는 Johnson C 등(1970), Comeau M 등(1973), Gangarosa LP(1974), Jenkinson D 등(1974), Cyria J (1978), Comeau M 등(1978), Gangarosa LP 등(1980)이 연구하였고, 화상치료를 위한 항생제의 국소 투여는 1965년 Rapperport AS 등(1965), Schaeffer ML 등(1971), 1973년 Kahn J 등(1973)의 연구가 있었고, 중앙치료제의 직접 투여는 Magistro C(1964), Palombini BC 등(1972), Sapiro BL 등(1975)의 연구가 있었다.

이온도입법은 주사에 의한 통증 및 불안감이 없고, 경구투여와는 달리 위와 장 및 간에서 흡수와 대사과정을 거치지 않아 위험 및 부작용이 적으며, 다른 방법으로 투약하기 어려운 경우에도 간단하고 효율적으로 표적조직에 약물을 전달 할 수 있다(이재형:1997, Chien YW 등: 1989, Sanderson 등:1989).

임상에서는 국소마취제가 수술, 통증치료실 및 치료 등의 영역에서 광범위하게 사용되고 있고, 국소마취 방법은 주사, 스프레이, 외용연고, 이온도입법 등이 사용되고 있으며, 이에 저자는 주사요법과 스프레이법을 제외한 이온도입법은 염산리도카인(lidocaine Hcl 2%), 외용연고법은 국소표면마취제 Emla 5%(lidocaine + prilocaine)를 사용하여 평균 마취시간을 비교 분석하여 이온도입치료 효과를 검증하는 연구의 목적과 필요성을 두었다.

II. 연구내용 및 연구방법

1. 연구 대상

연구의 대상은 본 실험의 취지에 동의한 건강한 대전 보건의대 물리치료과 학생 40명으로 하였다. 이들의 평균 연령은 20.57±1.94세이고, 평균 몸무게는 58.50±9.

17Kg이고, 평균 키는 166.87±8.98Cm 이었다(표 1).

본 실험에 영향을 줄 수 있는 신경계 질환, 근 골격계 질환, 피부병 질환 및 진통제 및 약물 투여자를 제외하였다.

표 1. 연구 대상자의 평균 신체적 특성. (M±S.D)

변 수	(N=40)
평균 연령(age)	20.57±1.94
평균 체중(Kg)	58.50±9.17
평균 키(Cm)	166.87±8.98

2. 연구 방법

이온도입법으로 사용된 약물은 제일제약(한국)의 염산 리도카인(lidocaine Hcl 2%), 외용연고법으로 사용된 약물은 Astra Pharmaceutical Production AB, Sweden의 국소표면마취제 Emla 5%(lidocaine + prilocaine)를 사용하였다.

이온도입법은 Phoresor II™ Iontophoretic Drug Delivery System, Iomed, Inc, USA를 사용하고 약물을 사용하는 전극은 일회용 전극으로 Iontophoretic Drug Delivery Electrodes, Iomed, Inc, USA를 사용하고 4mA의 전압으로 10분간 사용하였다.

외용연고법은 Astra Pharmaceutical Production AB, Sweden의 국소표면마취제 Emla 5%(lidocaine + prilocaine)를 사용하여 10cm²당 1.5-2g 도포 후 밀봉태이프로 처치를 하였다.

3. 실험부위

실험부위는 전완 전면 근위부 1/3 지점으로 하였다.

4. 마취기간 측정

마취기간 측정은 실험부위에 21gauge 피하주사침으로 1mm 함몰되도록 일정한 압박을 가하여 Pin Prick Sensation을 느끼는 것을 5분 간격으로 측정하였다.

5. 자료분석

측정된 값을 부호화 하여 개인용 컴퓨터에 코딩처리 하여 SPSS/PC+(Statistical package for the social science) Program을 이용 빈도, 평균, 교차분석, 상관관계, 회귀분석을 하였으며, 유의성 검증을 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 성별 신체적 특성

연구대상자의 성별 신체적 특성으로 연령은 19세 이하군이 30.0%, 20-24세 군이 65.5%, 25세 이상 군이 7.5% 이었다.

몸무게는 남자는 60-69Kg군이 50%로 가장 많았고, 여자는 50-59Kg군이 60%로 가장 많았다. 키는 남자는 170-179Cm군이 60%로 가장 많았고, 여자는 160-169Cm군이 55.0%로 가장 많았다.

혈액형은 남자가 A형이 50%로 가장 많았고, 여자는 A형, B형이 각각 40% 이었다.

표 2. 연구대상자의 성별 신체적 특성. (%)

변 수	남	여	합
연령(세)			
- 19	10(50.0)	2(10.0)	12(30.0)
20 - 24	7(35.0)	18(90.0)	25(65.5)
25 -	3(15.0)	-	3(7.5)
몸무게(Kg)			
- 49	-	6(30.0)	6(15.0)
50 - 59	5(25.0)	12(60.0)	17(42.5)
60 - 69	10(50.0)	2(10.0)	12(30.0)
70 -	5(25.0)	-	5(12.5)
키(Cm)			
- 159	-	8(40.0)	8(20.0)
160 - 169	2(10.0)	11(55.0)	13(32.5)
170 - 179	12(60.0)	1(5.0)	13(32.5)
180 -	6(30.0)	-	6(15.0)
혈액형			
A형	10(50.0)	8(40.0)	18(45.0)
B형	4(20.0)	8(40.0)	12(30.0)
AB형	1(5.0)	3(10.0)	3(7.5)
O형	5(25.0)	2(10.0)	7(17.5)
	20(100.0)	20(100.0)	40(100.0)
	(50.0)	(50.0)	(100.0)

2. 연구대상자의 이온도입 시 마취시간

연구대상자의 이온도입 시 마취시간은 평균 7.15±2.86분 이었다.

성별 이온도입 시 마취시간은 남자는 6.95±2.37분, 여자는 7.35±3.32분 이었다. 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

연령별 이온도입 시 마취시간은 20-24세 군이 7.56±3.00분으로 가장 길었고, 25세 이상 군이 5.33±1.52분으로 가장 짧았다. 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

표 3. 연구대상자의 이온도입 시 마취시간. (M±S.D)

변 수	이온도입(N=40), 단위(분)	유의성
성		0.6642
남	6.95 ± 2.37	
여	7.35 ± 3.32	
연령(세)		0.3855
- 19	6.75 ± 2.73	
20 - 24	7.56 ± 3.00	
25 -	5.33 ± 1.52	
몸무게(Kg)		0.0057
- 49	10.00 ± 3.57	
50 - 59	6.05 ± 2.33	
60 - 69	8.00 ± 2.37	
70 -	5.40 ± 1.81	
키(Cm)		0.7510
- 159	7.37 ± 3.58	
160 - 169	7.69 ± 2.89	
170 - 179	6.46 ± 2.87	
180 -	7.16 ± 1.94	
혈액형		0.8078
A형	7.05 ± 2.62	
B형	6.83 ± 3.45	
AB형	9.66 ± 4.72	
O형	7.28 ± 1.70	
	7.15 ± 2.86	

몸무게별 이온도입 시간은 49Kg 이하 군이 10.00±3.57분으로 가장 길었고, 70Kg 이상 군이 5.40±1.81분으로 가장 짧았다. 이는 통계적으로 유의하였다(P<0.001).

키별 이온도입 시 마취시간은 159Cm 이하 군이 7.37±3.58분, 160-169Cm 군이 7.69±2.89분, 170-179Cm 군이 6.46±2.87분, 180Cm 이상 군이 7.16±1.94분으로 비슷하였다. 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

혈액형별 이온도입 시 마취시간은 A형이 7.04±2.62분, B형이 6.38±3.45분, AB형이 8.66±4.72분, O형이 7.28±1.70분으로 비슷하였다. 이는 통계적으로 유의하지 않았다.(표 3).

표 4. 연구대상자의 연고 적용 시 마취시간. (M±S.D)

변 수	이온도입(N=40), 단위(분)	유의성
성		0.0548
남	44.95 ± 40.26	
여	69.70 ± 38.70	
나이(세)		0.7545
- 19	51.16 ± 42.64	
20 - 24	58.76 ± 40.44	
25 -	70.00 ± 50.74	
몸무게(Kg)		0.3881
- 49	81.83 ± 38.81	
50 - 59	54.88 ± 41.36	
60 - 69	46.58 ± 29.63	
70 -	62.00 ± 60.51	
키(Cm)		0.0827
- 159	68.25 ± 43.40	
160 - 169	74.61 ± 38.79	
170 - 179	45.76 ± 40.42	
180 -	30.33 ± 26.83	
혈액형		0.1516
A형	43.05 ± 40.08	
B형	61.58 ± 38.01	
AB형	65.00 ± 36.05	
O형	83.42 ± 42.35	
	57.32 ± 40.95	

3. 연구대상자의 연고 적용 시 마취시간

연구대상자의 연고 적용 시 6명은 마취가 되지 않았고, 평균 마취시간은 57.32±40.26분 이었다.

성별 연고 적용 시 마취시간은 남자가 44.95±40.26분 이었고, 여자가 69.70±38.70분 이었다. 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

연령별 연고 적용 시 마취시간은 25세 이상 군이 70.00±50.74분으로 가장 길었고, 19세 이하 군이 51.16±42.64분으로 가장 짧았다. 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

몸무게별 연고 적용 시 마취시간은 49Kg 이하 군이 81.83±38.81분으로 가장 길었고, 60-69Kg 군이 46.58±29.63분으로 가장 짧았다. 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

키별 연고 적용 시 마취시간은 160-169Cm 군이 74.61±38.79분으로 가장 길었고, 180Cm 이상 군이 30.33±26.83분으로 가장 짧았다. 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

혈액형별 연고 적용 시 마취시간은 O형이 83.42±42.35분으로 가장 길었고, A형이 43.05±40.08분으로 가장 짧았다. 이는 통계적으로 유의하지 않았다(표 4).

4. 연고 적용 시 순수 마취자의 마취시간

연구대상자의 연고 적용 시 순수하게 마취된 34명을 대상으로 통계 시, 평균 마취시간은 67.44±35.76분 이었다.

성별 연고 적용 시 마취시간은 남자가 56.18±37.15분 이었고, 여자가 77.44±32.24분 이었다. 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

연령별 연고 적용 시 마취시간은 25세 이상 군이 70.00±50.74분으로 가장 길었고, 20-24세 이하 군이 66.77±36.17분으로 가장 짧았다. 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

몸무게별 연고 적용 시 마취시간은 70Kg 이상 군이 103.33±37.52분으로 가장 길었고, 50-59Kg 군이 66.64±35.52분으로 가장 짧았다. 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

키별 연고 적용 시 마취시간은 160-169Cm 군이 80.83±33.06분으로 가장 길었고, 180Cm 이상 군이 45.50±16.74분으로 가장 짧았다. 이는 통계적으로 유의하

지 않았다.

혈액형별 연고 적용 시 마취시간은 O형이 83.42±42.35분으로 가장 길었고, A형이 59.61±34.73분으로 가장 짧았다. 이는 통계적으로 유의하지 않았다(표 5).

5. 이온도입법과 연고 사용법이 마취시간에 영향을 미치는 요인

이온도입법은 성($r=0.0708$), 혈액형($r=0.0652$)이 정상 상관관계 이었고, 연령($r=-0.0101$), 몸무게($r=-0.2430$), 키($r=-0.0961$)가 역상관관계 이었다. 이는 통계적으로 유의하지 않았다.

연고사용법은 성($r=0.3060$, $P<0.01$), 혈액형($r=0.3606$, $P<0.001$), 키($r=-0.3572$, $P<0.001$)에 통계적으로 유의하였다(표 6).

표 5. 연고 적용 시 순수 마취자의 마취시간. (M±S.D)

변 수	이온도입(N=34), 단위(분)	유의성
성		0.0835
남	56.18 ± 37.15	
여	77.44 ± 32.24	
나이(세)		0.9872
- 19	68.22 ± 34.52	
20 - 24	66.77 ± 36.17	
25 -	70.00 ± 50.74	
몸무게(Kg)		0.0879
- 49	81.83 ± 38.81	
50 - 59	66.64 ± 35.52	
60 - 69	50.81 ± 27.01	
70 -	103.33 ± 37.52	
키(Cm)		0.1465
- 159	78.00 ± 36.20	
160 - 169	80.83 ± 33.06	
170 - 179	54.09 ± 38.28	
180 -	45.50 ± 16.74	
혈액형		0.5846
A형	59.61 ± 34.73	
B형	67.18 ± 34.29	
AB형	65.00 ± 36.05	
O형	83.42 ± 42.35	
	67.44 ± 35.76	

표 6. 이온도입법과 연고 사용법이 마취시간에 대한 상관관계

변 수	이 온	연 고
성	0.0708	0.3060*
연령	-0.0101	0.1215
몸무게	-0.2430	-0.1594
키	-0.0961	-0.3572*
혈액형	0.0652	0.3606*

* : $P<0.01$

6. 이온도입법과 연고 사용법이 마취시간에 대한 회귀분석

변수간에 상호관계를 분석하고 이온도입법과 연고사용법이 다른 변수에 변화를 예측하기 위하여, 변수를 더미(dummy)변수를 도입하여 회귀분석을 실시하였다.

1) 이온도입법의 회귀분석

이온도입법을 종속변수로 회귀분석을 한 결과 표 7과 같다. 통계적으로 유의하지 않았다. 이는 18.6% 설명력이 있었다.

표 7. 이온도입법의 회귀분석

Classification	B	SE B	Beta	T-sig
Gender	-0.32808	1.62974	-0.05808	-0.201
Age	-0.08119	0.85027	-0.01637	-0.095
Weight	-1.34597	0.81850	-0.42356	-1.644
Height	0.53914	0.95773	0.18550	0.536
Blood type	0.20750	0.44620	0.08129	0.465
(Constant)	9.29934	4.84315		1.920

(Multiple R : 0.29402, R square : 0.18645)

2) 연고 사용법의 회귀분석

연고 사용법을 종속변수로 회귀분석을 한 결과 표 8과 같다. 혈액형($P<0.01$)이 통계적으로 유의하였다. 이는 26.9% 설명력이 있었다.

표 8. 연고 사용법의 회귀분석

Classification	B	SE B	Beta	T-sig
Gender	22.00763	20.86601	0.27213	1.055
Age	-2.03355	10.88620	-0.02864	-0.187
Weight	11.05146	10.47953	0.24292	1.055
Height	-11.89090	12.26211	-0.28577	-0.970
Blood type (Constant)	12.78922 4.97631	5.71281 62.00825	0.34997	2.239*

(Multiple R : 0.51899, R squar * : P<0.01)

* : P<0.01

IV. 고 찰

이온도입법은 전류의 통전시간, 전류의 강도, 피부의 저항, 약물의 농도 등 여러 가지 요소들이 영향을 미친다.

국소마취제의 이온도입법에 관한 비교 논문에서 효과적인 약물의 농도는 4-5%, pH는 5-6, 전류의 강도는 4-5mA 치료시간은 10-15분이 흔히 제시되고 있고(이재형 등:1997), 본 실험에서는 이온도입법으로 사용된 약물은 제일제약(한국)의 염산리도카인(lidocaine Hcl 2%), 외용연고법으로 사용된 약물은 Astra Pharmaceutical Production AB, Sweden의 국소표면마취제 Emla 5%(lidocaine + prilocaine)를 사용하였다. 그 이유는 선행 연구자의 procaine Hcl 4%는 주로 치과용으로 많이 사용이 되고 염산리도카인(lidocaine Hcl 2%)보다 마취의 효과가 강력하고 혈액용고 역시 강하기 때문이고, 약물의 농도 역시 실험의 정확성을 유지하기 위하여, 제작하지 않고 염산리도카인(lidocaine Hcl 2%)을 사용하였으며, 시제품에서는 2%이상을 구입 할 수 없기에 2%로 사용하였다.

이온도입법은 Phoresor IITM Iontophoretic Drug Delivery System, Iomed, Inc, USA를 사용하고 약물을 사용하는 전극은 일회용 전극으로 Iontophoretic Drug Delivery Electrodes, Iomed, Inc, USA를 사용하고 4mA의 전압으로 10분간 사용하였다. 전류의 강도와 통전 시간도 이온도입에서 사용되는 기계의 전극에 따라서 mA와 시간을 결정하였다.

비교 군으로 사용되는 외용연고법은 이온도입법과 전혀 다른 방법이지만, 국소마취를 간단하게 사용 할 수 있고, 이온도입법 보다 간단하게 사용이 되며, 비용이 저렴한 장점이 있어 비교 분석하였다.

외용연고법은 Astra Pharmaceutical Production AB, Sweden의 국소표면마취제 Emla 5%(lidocaine + prilocaine)를 사용하여 10cm²당 1.5-2g 도포 후 밀봉태이프로 처치를 하였다.

procaine Hcl 4%, 4mA, 10분을 이온도입한 이등(1997)의 결과는 종배치법 14.09분, 횡배치법 10분 이었고, Lee등(1998) 4%는 15.65분, 2%는 5분 이었고, 본 실험에서는 염산리도카인(lidocaine Hcl 2%)으로 이온도입한 결과 7.15±2.86분 이었다. Emla 5%(lidocaine + prilocaine)로 외용연고법 실시한 결과 57.32±40.26분 이었고, 순수 마취자의 평균은 67.44±35.76분 이었다. 이 결과로 1997년 이등과 Lee등(1998)의 동일 연구자의 동일한 실험 결과가 4%로 시 10분, 14.09분, 15.65분 이었고, 동일 마취용액은 아니지만 procaine Hcl 2%는 5분, 본 실험의 lidocaine Hcl 2%는 7.15±2.86분로 차이가 많았다. 이는 실험기계 및 실험조건의 다를 때 차이가 많음을 보여주고 있다.

반면에 외용연고법은 57.32±40.26분 이었고, 순수 마취자의 평균은 67.44±35.76분으로 많은 편차를 나타내고 있으며 6명이 외용연고에 마취가 되지 않았지만, 이온도입법 실험 시는 모두가 국소마취가 되었다.

V. 결 론

이온도입법의 기계의 종별과 환자의 상태에 따라서 많은 차이는 나지만, 어떠한 경우에도 마취가 된다는 장점과 마취 시 사용되는 재료가 비싸고, 국소마취시간이 적다는 결과를 얻었다.

1. 실험대상자 40명을 lidocaine Hcl 2%로 이온도입 시 국소마취 시간은 7.15±2.86분 이었다.
2. 실험대상자 40명을 Emla 5%(lidocaine + prilocaine)로 외용연고법 실시한 결과 57.32±40.26분 이었다.
3. 실험대상자 34명 Emla 5%로 외용연고법 실시한 결과 순수 마취자의 평균은 67.44±35.76분 이었다.

참 고 문 헌

1. 이인학 등 : 재발 물리치료 프로토콜, 대학서림, 1995.
2. 이재형 : 전기치료학, 대학서림, 1995.
3. 이재형 : 임상전기치료학, 대학서림, 1993.
4. 이재학 : 전기치료학, 대학서림, 1992.

5. 민경옥 : 전기치료학 I, 현문사, 1993.
6. 민경옥 : 전기치료학 II, 현문사, 1996.
7. 유창현 등 : 이온삼투요법을 이용한 통증치료, 대한재활의학회지, 14권 1호, 1990.
8. 김주영 등 : Iontophoresis를 이용한 수장족저 다한증의 치료, 대한피부과학회지, 28권, 1990.
9. 정호중 등 : Iontophoresis를 이용한 특발성 다한증의 치료 증례, 대한재활의학회지, 15권 2호, 1991.
10. 황경상 등 : 이온삼투요법을 이용한 근골격계 질환의 치료에 관한 연구, 대한재활의학회지, 16권 1호, 1992.
11. 이재형 등 : 전극배치가 Procaine 이온도입에 미치는 영향, 대한물리치료사학회지, 제4권 2호, 1997.
12. 박지환 등 : 왕지네 Venom을 사용한 이온토포레시스가 근육통에 미치는 영향, 대한물리치료학회지 제 10권 2호, 1998.
13. Brummett A et al : Local anesthesia of the tympanic membrane by iontophoresis, Trans Mm Acad Ophthalmol Otolaryngol 78, 1974.
14. Comeau M et al : Anesthesia of the human tympanic membrane by iontophoresis of a local anesthetic, Laryngoscope 88, 1978.
15. Comeau M et al : Local anesthesia of the ear by iontophoresis, Arch Otolaryngo 98, 1973.
16. Gangarosa LP : Iontophoresis for surface local anesthesia, J Am Dent Assoc 88, 1974.
17. Glassd JM et al : The quantity and distribution of radio-labelled dexamethasone delivered to tissues by iontophoresis, Int J Dermatol 19, 1980.
18. Jenkinson D et al : The potential use of iontophoresis in the treatment of skin disorders, Vet Rec 94, 1974.
19. Johnson C et al : The potency of sweat ducts in normal looking skin, Br J Dermatol 83, 1970.
20. Kahn J : Acetic acid iontophoresis for calcium deposits, Phys Ther 58, 1978.
21. La Forest NT : Antibiotic iontophoresis in the treatment of ear chondritis, Phys Ther 58, 1978.
22. Le Duc S : Electric ions and their use in meducube. Kiverpool. Rebman Ltd, 1908.
23. Lee, Jae-Hyoung et al : Effective concentration of procaine solution for iontophoresis, the journal of korean society of physical therapy vol. 10, no. 1 pp 1-6, 1988.