

다양한 제형을 활용한 화장수의 제조와 보습효과

조완구[†] · 김수정

전주대학교 대체의학대학 대체건강관리학부
(2009년 3월 9일 접수 ; 2009년 4월 30일 채택)

Formation of Skin Lotions Using Various Vehicles and Skin Hydration Effects for a Skin

Wan-Goo Cho[†] · Su-Jeong Kim

[†]College of Alternative Medicine, Jeonju University,
Hyoja-dong, Wansan-gu, Jeonju, 560-759, Korea
(Received March 9, 2009 ; Accepted April 30, 2009)

Abstract : We have produced, characterized and compared different colloidal vehicles based on nanoemulsions. We also have investigated morphology and droplet distribution by means of electron microscope and photon correlation spectroscopy. Nanoemulsion systems characterized by different method on formulations have been obtained. Hydration power has been studied by means of a corneometer, measuring the skin electrical capacitance before and after the application of various type of skin lotions. It has been demonstrated that nanoemulsion with oil or fatty alcohol displayed a pronounced hydration power with respect to the solubilization system. In order to compare the smoothness of the skin after using skin lotion, we have measured the friction force. The skin lotions produced by nanoemulsion technique show improved smoothness of an atopic skin.

Keywords : skin lotion, nanoemulsion, fatty alcohol, hydration, atopic skin

1. 서론

피부에 보습 효과를 주는 것은 화장품, 의약품 등의 영역에서 중요한 기능 중의 하나이다. 화장품학적으로 피부 특히 각질층의 수화 정도는 피부의 유연성과 거친 정도의 피부 상태에 직접적으로 연관되어 있다. 기능성 화장품의 측면에서 보면 유효성분의 경피 흡수가 효능효과

를 발휘하는 기본적인 요건이며 각질층의 수화 정도가 증가할수록 경피 흡수량이 증진됨이 보고되고 있다[1-3].

에멀전은 물리적 특성상 화장품의 다양한 품목에서 다양하게 응용되고 있으며 점도나 외관에 따라 화장수, 로션, 에센스, 크림 등으로 응용된다[4-6].

피부에 수분을 공급하는 제품은 다양한 기술을 응용한 제품이 있으며 그 중에서 화장수는 화장품의 기본 품목으로서 화장 단계에서 중요한 품목의 하나이며 청량감과 유연 및 보습효

[†]주저자(email : wgcho@jj.ac.kr)

과를 피부에 제공하는 역할을 수행한다. 화장품의 성분 측면에서 고려한다면 보습제, 차폐제, 지질 등을 생각할 수 있으며 이들 성분은 제품의 사용감을 고려하여 다양한 형태로 제조되어 소비자에게 공급된다.

화장수의 제형은 가용화 기술을 이용한 투명 제형이 일반적이거나 동결기에 사용하는 경우 보습력이 떨어지며 보습력을 증가시키기 위해 사용하는 폴리올은 사용감 측면에서 끈적이는 단점을 가지고 있다. 최근 나노 기술을 활용한 제형들이 다양한 유효성분을 각질층에 제공하기 위한 수단으로 연구되고 있으며 그 중에서 지질은 각질층에 매력적인 성분으로 연구되고 있다[7]. 인지질에 의한 보습력과 유효물질 포집 기능을 지닌 리포솜이 사용되고 있으나 제한적인 안정성과 생산의 고비용 등의 단점 때문에 적극적으로 화장품에 이용되지 못하고 있다[8]. 그 대체품으로 최근 큐보솜과 고체 지질 나노 제형(solid nano particle, SLN) 등이 연구되고 있다[9-10].

나노에멀전(nano-emulsion)은 투명 또는 반투명하며 입자크기가 50-200 nm 정도이며 미에멀전(mini-emulsion)이라고도 한다[11-14]. 나노에멀전은 마이크로에멀전과는 달리 열역학적으로는 불안정하나 마크로에멀전에 비해 입자가 작아 입자의 합일이나 응집이 없어 비교적 안정하다[15]. 나노에멀전의 안정성은 오스트왈드 라이퍼닝에 의해 좌우되며 이는 입자를 구성하는 오일의 외상에 대한 용해도에 의존하고 용해도가 높은 오일을 사용하는 경우 시간에 따라 입자의 크기가 증가한다[16]. 화장품에서의 나노에멀전의 이용은 다양한 장점을 보여 최근 사용이 증가 되고 있다. 우선 나노에멀전은 입자가 작아 브라운 운동으로 안정화되며 중력에 의한 영향을 작게 받음으로 안정화에 유리하다. 두 번째로 나노에멀전은 입자가 작기 때문에 입자의 응집이 없다. 세 번째로는 입자가 작아 표면적이 크기 때문에 피부 접촉 면적이 커 유효성분의 경피 흡수에 유리하며 투명한 외관과 유통성이 우수하다. 또한 마이크로에멀전과는 달리 소량의 유화제로 제조가 가능하며 피부 자극 가능성을 낮게 한다.

화장품에서 유변학적인 성질은 생산과정 뿐만 아니라 소비자의 사용감 측면에서 중요한

역할을 한다. 화장품의 에멀전에서는 두 가지 정도의 지방알코올을 사용하며 대표적으로는 세틸알코올과 스테아릴알코올의 혼합물을 사용한다. 최근 베헤닐 알코올의 사용 빈도가 증가하고 있다. 세틸알코올, 스테아릴알코올 및 베헤닐알코올 등의 지방산 알코올은 에멀전 제조에서 다양한 계면활성제와 함께 액정을 형성을 형성하는 것으로 알려져 있다[17]. 액정은 에멀전의 점도가 높은 경우에 보다 유리하게 형성되며 이와 같은 액정은 피부 보습과 경피 흡수에 유리하게 작용하고 있음도 보고되고 있다[18].

본 연구에서는 일반적인 가용화 타입 화장품과 다양한 형태의 나노 에멀전 기술을 활용한 제형의 화장수의 제조 방법과 특성을 고찰하고 그들의 보습 효과를 비교하고자 하였다. 특히 지방알코올을 함유하는 낮은 점도의 나노에멀전을 제조하여 비교하였다. 보습효과는 코네오미터(corneometer) 타입을 사용하여 비교하였다. 또한 사용 후의 사용감 측면의 끈적임 정도를 평가하고자 인조 피혁을 활용한 마찰력을 평가하여 사용감을 비교하였다.

2. 실험

2.1. 시료 및 기기

2.1.1. 시료

사용된 시료는 Table 1에 나타난 것과 같은 화장품용 등급의 원료를 사용하였다. 증류수는 Milli Q(Millipore Co., Milford, MA, USA) 장치를 통과시킨 것을 사용하였다.

2.1.2. 기기

유화 장치로는 일반 유화기로 Robomics (Tokushu Kika, Japan)와 고압혼합기(Microfluidic, Model 110EH, USA)를 사용하였으며 에멀전 입자 측정은 입자측정기(DLS, ESLZ, Photal, Japan)를 사용하였다. 피부 보습 효과의 측정은 코네오미터(Corneometer, Model 820, Courage + Khazaka, Germany)를 사용하였고, 마찰력 측정기는 Vitrodyne(LG H&H Ltd, Taejon, Korea)를 사용하였다.

Table 1. Materials for experiments.

INCI name	Product name	Producer/distributor
Glycerin	ELOGLYN R980	LG H&H(Korea)
Ethanol	Ethanol	Korea Ethanol(Korea)
Dipropylene glycol	DPG FC	Asahi Glass(Japan)
Sodium stearoyl glutamate	Amisoft HS 11P	Ajinomodo(Japan)
Squalane	Pripure 3759	Croda(UK)
Dimethicone	D.C. Silicone 6cs	Dow Corning(USA)
Cetearyl isononanoate	Cetiol SN-1	Cognis(Germany)
Cetearyl alcohol	Lanett O	Cognis(Germany)
Behenyl alcohol	Behenyn 70	Koku Alcohol(Japan)
Trisodium EDTA	EDTA-3Na	AKZO(Netherlands)
Sodium polyacrylate	Aronvis M	Nihon Junyaku(Japan)
Carbomer	Carbopol 941	BF Goodrich
PEG-40 hydrogenated caster oil	Nikko Hco 40	Nikko Chem.(Japan)
Methyl paraben	Methyl Paraben	Nipa(Japan)
Propyl paraben	Propyl Paraben	Nipa(Japan)
Phenyl trimethicone	D.C. Silicone 556	Dow Corning(USA)
PEG-60 hydrogenated cater oil	Nikkol HCO 60	Nikko Chem.(Japan)
Octyldodeceth 16	Emalex OD 16	Nihon Emulsion(Japan)
Hydrogenated lecithin	Lecinol S 10	Nikko Chem.(Japan)
Liquid paraffin	Lily 70	Kukdong Oil & Chem.(Korea)
Triethanolamine	TEA	Koreacatalyst(Korea)

2.2. 실험 방법

2.2.1. 가용화 제형 화장수(A)의 제조

Table 2에 나타난 배합 비율과 같이 피이지-60 수첨 피마자유 0.2 g, 옥틸도데스-16 0.2 g, 파라옥시안식향산 메틸 0.05 g, 파라옥시안식향산 프로필 0.02 g을 10.0 g의 디프로필렌글리콜과 함께 40 °C에서 4.0 g의 에탄올에 용해하고 향료를 용해시켰다. 0.005 g 카복시비닐폴리머, 0.005 g 쇼덤 폴리아크릴레이트를 80.44 g의 정제수에 실온에서 용해한 후 글리세린 5.0 g, 쇼덤 에틸렌디아민테트라아세테이트 0.02 g을 용해하고 500 rpm으로 교반하면서 에탄올 부분을 서서히 첨가하면서 가용화한 후 0.005 g의 트리에탄올아민을 첨가, 교반하고 실온으로 냉각하여 가용화 제형 화장수(A)를 제조하였다.

2.2.2. 나노에멀전 제형 화장수(B)의 제조

피이지-60 경화 피마자유 0.4 g, 옥틸도데스-16 0.2 g, 페닐트리메티콘 0.1 g, 파라옥시안식

향산 메틸 0.05 g, 파라옥시안식향산 프로필 0.02 g을 10.0 g의 디프로필렌글리콜과 함께 40 °C에서 4.0 g의 에탄올에 용해하고 향료를 용해시켰다. 0.005 g의 카복시비닐폴리머, 0.005g 쇼덤 폴리아크릴레이트를 80.14 g의 정제수에 실온에서 용해한 후 글리세린 5.0 g, 쇼덤 에틸렌디아민테트라아세테이트 0.02 g을 용해하고 500 rpm으로 교반하면서 에탄올 부분을 서서히 첨가하면서 유화한 후 0.005 g의 트리에탄올아민을 첨가 교반하고 실온으로 냉각하여 나노에멀전 제형 화장수(B)를 제조하였다.

2.2.3. 나노에멀전 제형 화장수(C)의 제조

수첨 레시틴 1.0 g, 유동파라핀 2.0 g, 디메티콘 2.0 g, 파라옥시안식향산 프로필 0.02 g을 10.0 g의 디프로필렌글리콜과 함께 80 °C에서 용해하여 유상을 준비하였다. 0.005 g의 카복시비닐폴리머 0.005g 쇼덤 폴리아크릴레이트를 75.79 g의 정제수에 실온에서 용해한 후 5.0 g의 글리세린, 파라옥시안식향산 메틸 0.1 g, 4.0

Table 2. Formulations of skin lotions.

Materials		A(wt.%)	B(wt.%)	C(wt.%)	D(wt.%)
1	Glycerin	5.0	5.0	5.0	5.0
2	Ethanol	4.0	4.0	4.0	4.0
3	Dipropylene glycol	10.0	10.0	10.0	10.0
4	Sodium stearyl glutamate	-	-	-	0.12
5	Squalane	-	-	-	0.5
6	Dimethicone	-	-	2.0	0.8
7	Cetearyl isononanoate	-	-	-	0.1
8	Cetearyl alcohol	-	-	-	0.08
9	Behenyl alcohol	-	-	-	0.15
10	Trisodium EDTA	0.02	0.02	0.02	0.02
11	Sodium polyacrylate	0.005	0.005	0.005	0.005
12	Carbomer	0.005	0.005	0.005	0.005
13	PEG-40 hydrogenated castor oil	-	-	-	0.4
14	Methyl paraben	0.05	0.05	0.1	0.1
15	Propyl paraben	0.02	0.02	0.02	0.02
16	Phenyl trimethicone	-	0.1	-	-
17	PEG-60 hydrogenated castor oil	0.2	0.4	-	-
18	Octyldodeceth 16	0.2	0.2	-	-
19	Hydrogenated lecithin	-	-	1.0	-
20	Liquid paraffin	-	-	2.0	-
21	Triethanolamine	0.005	0.005	0.005	0.005
22	Fragrance	0.1	0.1	0.1	0.1
23	D.I. water	80.44	80.14	75.79	78.64

g의 에탄올, 쇼돔 에틸렌디아민테트라아세테이트 0.02 g을 용해한 후 0.005 g의 트리에탄올아민과 향료를 첨가 용해하여 수용성상을 제조한 후 수용성상에 유용성상을 첨가하면서 일반유화기로 3분간 4,000 rpm으로 1차 유화하고 고압 혼합기를 70 °C에서 60 MPa의 압력으로 2회 통과하여 실온으로 냉각하여 나노에멀전 제형 화장수(C)를 제조하였다.

2.2.4. 나노에멀전 제형 화장수(D)의 제조

쇼돔스테아로일 굴루타메이트 0.12 g, 스쿠알란 0.5 g, 디메티콘 0.8 g, 세틸 옥타노에트 0.1 g, 세테아릴알코올 0.08 g, 베헤닐알코올 0.15 g, 파라옥시안식향산 프로필 0.02 g을 10.0 g의 디프로필렌글리콜에 함께 80 °C에서 용해한 후 고압 혼합기를 83 °C에서 60 MPa의 압력으

로 2회 통과하여 유상을 제조하였다. 0.005 g 카복시비닐폴리머 0.005 g 쇼돔 폴리아크릴레이트를 78.64 g의 정제수에 실온에서 용해한 후 글리세린 5 g, 에탄올 4 g, 쇼돔 에틸렌디아민테트라아세테이트 0.02 g, 파라옥시안식향산 메틸 0.1 g, 에탄올 4.0 g, 트리에탄올아민 0.005 g을 첨가하고 80 °C로 가열 용해하여 수용성상을 제조한다. 수용성상에 유용성상과 향료를 첨가하면서 일반 유화기 1,000 rpm으로 3분간 교반한 후 실온으로 냉각하여 나노에멀전 제형 화장수(D)를 제조하였다.

2.2.5. 에멀전 입자 측정

유화입자는 Dynamic light scattering 방법을 활용한 입자측정기 (DLS, ESLZ, Photal, Japan)를 사용하여 에멀전을 희석 없이 실온에

서 측정하였다. 전자현미경은 TEM (JEM-2000 FXII)를 사용하였으며 역염색(negative staining)법을 활용하였다. 나노에멀전을 2.0 wt%의 phosphotungstic acid (pH 6.8) 수용액과 1:1로 희석하여 측정하였다.

2.2.6. 점도 측정

시료의 점도는 25 °C에서 직경이 7.0 cm, 길이가 10.0 cm인 둥근 원통형의 용기에 시료를 채우고 점도계 (Brookfield, Model DV-E, USA)의 회전속도 20 rpm, 스펀들 번호 3번을 사용하였다.

2.2.7. 수분 보유능 측정

수분 보유능은 코네오미터를 사용하여 측정하였다. 항온 항습실 (25 °C, 67% RH)에서 성인 남·여 10 명을 대상으로 수행하였다. 먼저 피시험자를 항온 항습실에서 30분 정도 유지시킨 후 팔 안쪽의 하단부의 4 cm × 4 cm 면적 부분에 각각 사용 전과 사용 후 10분 간격으로 2시간 동안 120 mL의 시료를 도포한 후 피부의 수분함량을 측정하였다. 각각 시험 부위를 3회 측정하여 평균값을 활용하였다.

2.2.8. 마찰력 측정

화장수의 끈적임 정도를 평가하기 위하여 마찰력을 측정하는 방법으로 평가하였다. 소의 피혁을 미립화 시켜 폴리우레탄으로 코팅한 인공 피혁을 사용하여 피혁 상단부에 시료 0.05 mL를 위치하고 주걱을 활용하여 4 cm² 크기로 도포한 후 시간에 따른 마찰력을 측정하였다. 측정기기의 접촉자(probe)의 하중은 30 gcm⁻², 30% 습도 조건에서 측정하였다.

2.2.9. 통계처리

모든 실험은 3회 반복하였고 통계분석은 5% 유의수준에서 Student's *t*-test를 행하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 콜로이드 분산 제형의 물리적 특성

화장수는 저점성의 투명 또는 반투명의 액상 제품으로 피부를 청결하게하고 수분을 공급하며 피부 pH를 조절하며 세안 후의 피부 정돈의 목적으로 사용된다. 본 실험에서는 가용화 기술

을 이용한 제형(A), 페닐트리메티콘을 이용한 나노에멀전 제형(B), 유동파라핀과 디메티콘을 유화한 나노에멀전 제형(C)과 지방알코올을 함유한 나노에멀전 제형(D)의 물리적 특성을 비교해 보았다.

Figure 1에 다양한 제형으로 설계된 화장수를 나타냈다. 화장수는 사용 시 청량감을 요구하는 제품으로 에탄올의 함량은 4.0 wt%로 고정하였으며 네 가지 제형 모두 폴리올로 글리세린과 디프로펠렌글리콜의 함량을 각각 5.0 wt%와 10.0 wt%로 고정하여 제조 비교 하였다. 외관은 가용화 제형은 투명한 외관을 유지하였으며 B와 D는 반투명 형태, C는 현탁된 외관을 보였다. B, C, D 제품의 외관은 목적에 따라 사용하는 오일의 함량과 제조하는 유화기의 rpm 및 적용 고압유화기의 압력에 따라 탁도를 변화할 수 있으므로 소비자의 요구 등에 유연하게 대처가 가능할 것으로 생각된다.

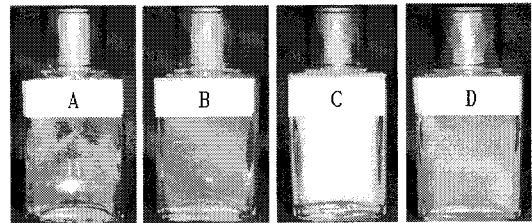


Fig. 1. Photographs of skin lotions

Table 3에 각 제형의 물리적 특성들을 나타내었다. 점도는 화장수의 제품 성격상 낮은 것이 요구되며 A, B, D 제품은 물과 유사한 정도의 값을 보였으며 C는 100 cps의 점도를 보였다. 이는 일반 유화타입 로션의 5,000 cps와 비교 하면 낮은 값으로 A-D 제품 모두 점도 면에서 일반적인 화장수와 유사한 값을 보였다. 입자 크기는 B 제품의 경우 평균 입경이 102.5 nm로 polydispersity는 0.22의 단일 형태의 입자 분포를 보였다.

C 제형의 경우 함유된 오일의 영향으로 다른 제형에 비해 약간 높은 점도를 보였으며 평균 입경은 215.0 nm, polydispersity는 0.32의 단일 형태의 입자 분포를 보였으며 D 제형의 경우 점도는 가용화 제형의 점도와 유사하며 평균 입경은 73.6 nm, polydispersity는 0.25의 단일 형태의 입자 분포를 보였다. C 제형의 경우 비

Table 3. Viscosity, mean diameter, polydispersity and appearance of skin lotions.

	Viscosity (cps)	Diameter (nm)	Polydispersity	Appearance
A	4.0 ± 3	-	-	Transparent
B	5.0 ± 3	102.5 ± 3.0	0.22 ± 0.04	Translucent
C	100 ± 3	215.0 ± 4.5	0.32 ± 0.08	Milky
D	7.0 ± 3	73.6 ± 2.0	0.25 ± 0.06	Translucent

교적 높은 내상의 영향으로 점도가 비교 제형에 비해 높았으나 필요에 따라 오일의 함량을 조절하여 점도를 조절할 수 있을 것으로 생각된다. Figure 2의 TEM 사진에 제형 D의 대표적인 나노에멀전 입자를 나타냈다. 계면막을 선명하게 구분할 수 있었다.

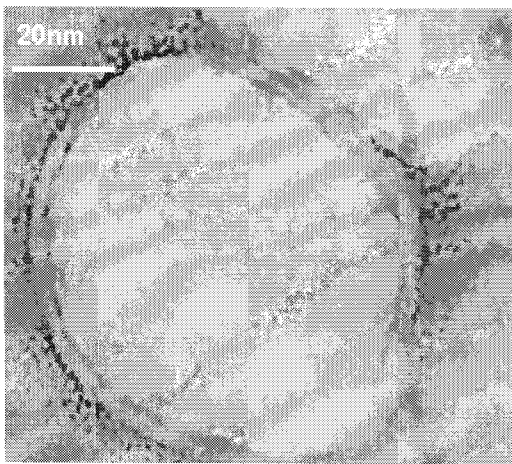


Fig. 2. The TEM photograph of nanoemulsion (D).

가용화 제형은 열역학적으로 안정하며 침전이나 온도 변화에 의한 가용화제의 운점 현상의 유무 등의 외관상 변화에 주의가 요구되지만 나노에멀전의 경우 시간이 지남에 따라 발생하는 안정성의 변화는 오스트왈드 라이퍼닝에 의한 입자 크기의 변화로 보고되고 있다 [10,11]. 오스트왈드 라이퍼닝의 요인은 입자를 구성하고 있는 오일의 외상 용해도에 기인되며 본 제형 B, C, D에서 사용된 오일은 외상에 용해도가 적은 실리콘 오일과 유동파라핀으로 구성하였다. 에탄올 함량이 비교적 높으며 물에 용해성이 탄화수소나 실리콘 오일보다 높은 에스터류의 오일에서는 초기에 작은 입자를 소모

하여 큰 입자가 생성되는 전형적인 오스트왈드 라이퍼닝의 현상을 보였으나 [9] Figure 3에 나타난 것을 보면 나노에멀전에서는 초기에는 약간의 입자의 증대가 관찰되었으나 50 분 정도 후에는 입자의 변화가 거의 관찰되지 않았으며 육안 상 경시에 따른 변화도 관찰되지 않았다.

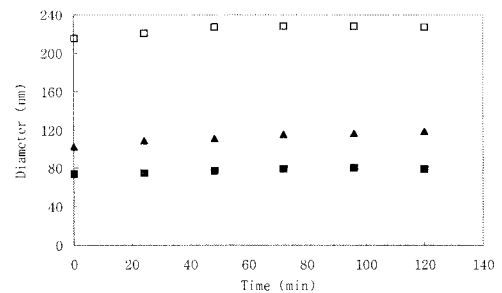


Fig. 3. Time dependence of the diameter of nanoemulsions. ▲, □, ■, for samples of B, C, D, respectively.

3.2. 보습 효과의 평가

보습 작용은 인체 피부의 기능을 유지하는데 매우 중요한 작용을 한다 [15]. 특히 아토피 피부염 환자의 특징적인 피부소견 중 하나는 건조한 피부이며, 이는 가려움증의 원인이 됨으로 아토피 피부염 환자에서는 피부의 건조를 최소화하고 이를 회복하기 위한 보습이 피부 관리의 가장 중요한 목표중의 하나이다. 적절한 보습제의 기능은 피부 건조에 의한 피부 장벽의 손상을 방지하고 외부 미생물과 오염물질, 먼지 등으로부터 피부를 보호하는 효과를 나타내는 것이다 [16].

Figure 4는 다양한 제형의 화장수의 보습효과를 비교하여 나타낸 것이다. 코네오미터를 이용하여 측정된 결과 가용화 제형(A)과 소량의 페닐트리메티콘을 사용한 나노에멀전 타입 화

장수(B) 보다 다량의 오일을 함유한 나노에멀전 타입 화장수(C)와 지방알코올을 함유한 화장수(D)에서 사용 직후와 2시간 정도 시간 경과 후의 측정에서도 보습 효과에서 큰 차이를 보였다. C제형과 D 제형은 유사한 패턴의 결과를 보였다. 특히 폴리올의 함량은 제형 A-D 모두 동일한 함량을 포함하고 있음에 비추어 보습 효과의 지속성은 큰 차이를 보임을 알 수 있다. 이는 수분이 증발한 이후의 잔존 오일 및 지질의 구조와 깊은 연관이 있는 것으로 생각할 수 있다. 따라서 이와 같은 나노에멀전 제형은 아토피 피부에 수분을 공급하고 수분을 차단하는 보습효과가 우수하여 일반적인 가용화 타입 화장수에 비해 효과적인 것으로 생각된다.

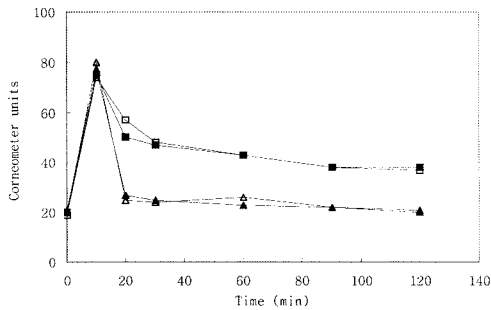


Fig. 4. Effect of skin hydration after application of skin lotion (A) and nanoemulsions (B-D) on forearms of 20 volunteers. △, A; ▲, B; □, C; ■, D.

3.3. 끈적임 평가

화장수의 기본적인 속성은 보습효과도 중요한 요소이나 사용 후의 피부 감촉도 매우 중요한 요소이다. 제조된 제형들의 사용감을 평가하기 위하여 인조 가죽을 활용한 마찰력 시험을 실시하여 Figure 5에 나타내었다. 마찰력은 마찰 계수로 계산하였는데 접촉자(probe)가 10회 왕복할 때 나타나는 마찰 계수의 평균을 동마찰계수로 하였다. 동마찰계수는 크기는 접촉자의 속도에 따라 다소의 차이를 보였으나 근본적으로는 가용화 제형과 소량의 페닐트리메티콘을 함유한 나노에멀전 제형에서 다른 두 타입의 나노에멀전에 비해 큰 동마찰력을 보였다. 따라서 피부에 적용 시 매끄러운 감촉도에서 각각의 제품들 사이에 큰 차이를 보임을 유추

할 수 있다.

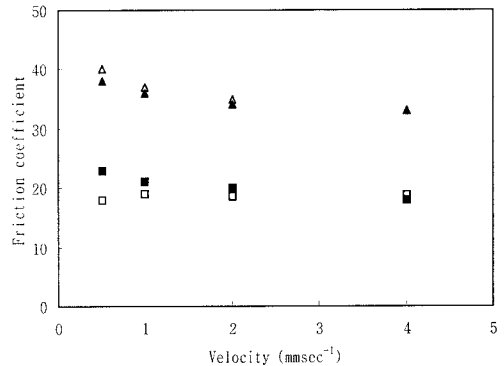


Fig. 5. Friction coefficients against velocity of friction meter for skin lotion (A) and nanoemulsions (B-D). △, A; ▲, B; □, C; ■, D.

4. 결론

가용화 타입과 나노에멀전의 다양한 제형으로 구성된 화장수의 특성, 보습력, 마찰력을 측정 한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 나노에멀전 타입의 반투명 외관을 갖는 다양한 입자 크기의 안정한 제형을 얻을 수 있었다.
2. 나노에멀전은 오일의 함량이 많은 경우 약간의 점도 상승이 있었으며 에멀전 입자의 분포도는 단일 형태를 보였다.
3. 나노에멀전의 안정성은 시간에 따라 초기에는 약간의 입자 크기의 증대가 있었으나 증가된 입자 크기를 유지하였으며 외관상 변화를 보이지 않았다.
4. 보습력 지속성은 가용화 제형이나 소량의 오일을 함유한 나노에멀전 제형보다 지방알코올을 함유한 제형과 오일을 증량한 제형에서 큰 차이를 보였다.
5. 마찰력 시험 결과 매끄러움을 유추할 수 있는 동마찰력이 오일과 지방알코올을 함유한 제형에서 적은 값을 보였으며 이는 사용 시 보다 매끄러운 사용감을 줄 것으로 유추할 수 있었다.

참고문헌

1. E. Esposito, M. Drechsler, P. Mariani, E. Sivieri, R. Bozzini, L. Montesi, E. Menegatti and R. Cortesi, Nanosystems for skin hydration: a comparative study, *Int. J. of Cosmetic Sci.*, **29**, 39 (2007).
2. G. B. Kasting and N. D. Barai, Equilibrium water sorption in human stratum corneum, *J. Pharm. Sci.*, **92**, 145 (2003).
3. C. Edwards and R. Marks, Evaluation of biomechanical properties of human skin, *Clin. Dermatol.*, **13**, 375 (2002).
4. K. H. Lim, Emulsion inversion and emulsion transition, *J. Korean Oil Chemist's Soc.*, **21**(4), 267 (2004).
5. B. J. Ahn, J. T. Lee, I. C. Lee, J. H. Kwak, J. M. Park and C. I. Park, Preparation and stabilization of an O/W emulsion using liquid crystalline phases *J. Korean Oil Chemist's Soc.*, **21**(1), 31 (2004).
6. K. C. Sung, K. J. Lee and H. S. Lee, A study on the stability of alcoholic toilet water in cosmetics, *J. Korean Oil Chemist's Soc.*, **14**(1), 45 (1997).
7. S. K. Sahoo and V. Labhasetwar, Nanotech approaches to drug delivery and imaging, *DDT*, **8**(24), 1112 (2003).
8. G. Orive, R. M. Hernandez, A. R. Gascon, A. Dominguez-Gily and J. L. Pedraz, Drug delivery in biotechnology: present and future, *Current Opinion in Biotechnology*, **14**, 659 (2003).
9. K. Y. Kyong, U-K. Jee and W. G. Cho, Preparation and evaluation of cubic liquid crystalline phase gel and cubosome containing polyethoxylated retinamide, *J. Kor. Pharm. Sci.*, **37**(2), 85 (2007).
10. T. J. Mason, J. N. Wilking, K. Meleson, C. B. Chang and S. M. Graves, Nanoemulsion: Formation, structure and physical properties, *J. Physics Condensed Matter*, **18**, 635 (2006).
11. J. Ugelstadt, M. S. El-Aassar and J. W. Vanderhoff, Emulsion polymerization: Initiation of polymerization in monomer droplets, *J. Polym. Sci.*, **11**, 503 (1973).
12. W. G. Cho, H. J. Yang and S. N. Park, Ostwald ripening in hydrogenated lecithin-stabilized oil-in-water nano-emulsions, *J. Korean Cosmet. Sci.*, **34**(1), 9 (2008).
13. H. J. Yang, W. G. Cho and S. N. Park, Stability of oil-in-water emulsions prepared using the phase inversion composition method, *J. of Industrial and Engineering Chemistry*, in press.
14. H. J. Yang, W. G. Cho and S. N. Park, The Stability of emulsions formed by phase inversion with variation of surfactant HLB, *J. of Korean Oil Chemist' Soc.*, submitted.
15. B. P. Binks, W. G. Cho, P. D. I. Fletcher and D. N. Petsev, Stability of oil-in-water emulsions in a low interfacial tension system, *Langmuir*, **16**, 1025 (2000).
16. S. Sajjadi, Effect of mixing protocol on formation of fine emulsions, *Chem. Eng. Sci.*, **61**, 3009 (2006).
14. D. S. Seo, J. C. Kim, H. H. Sohn, W. G. Cho, S. U. Lee, E. Y. Kim, Y. T. Gi, S. Y. Lee and H. Y. Lee, Two-dimensional packing parameters of amino acid surfactant and higher alcohols in an aqueous phase and their associated packing parameters, *J. Colloid and Interface Sci.*, **273**, 596 (2004).
18. J. Naarapanich, T. Baramesangpet, S. Suksamranchit, A. Sirivat and M. Jamieson, Rheological properties and structures of cationic surfactants and fatty alcohol emulsions: effect of surfactant chain length and concentration, *Colloid Polym Sci.*, **279**, 671 (2001).