



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0033286
(43) 공개일자 2023년03월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D01D 5/00 (2006.01) A61L 27/24 (2006.01)
A61L 27/26 (2006.01) A61L 27/58 (2006.01)
D01F 1/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
D01D 5/003 (2013.01)
A61L 27/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0116047
(22) 출원일자 2021년09월01일
심사청구일자 2021년09월01일

(71) 출원인
한남대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 유성대로 1646 (전민동)
(72) 발명자
윤국노
대전광역시 유성구 지족북로 33 한화꿈에그린1블
럭 106-2104
손미정
대전광역시 동구 한남로7번길 3, 부영빌리지 307
호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
박노춘

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 콜라겐과 레시틴을 포함하는 분해도 조절이 가능한 스태치 나노섬유의 제조방법

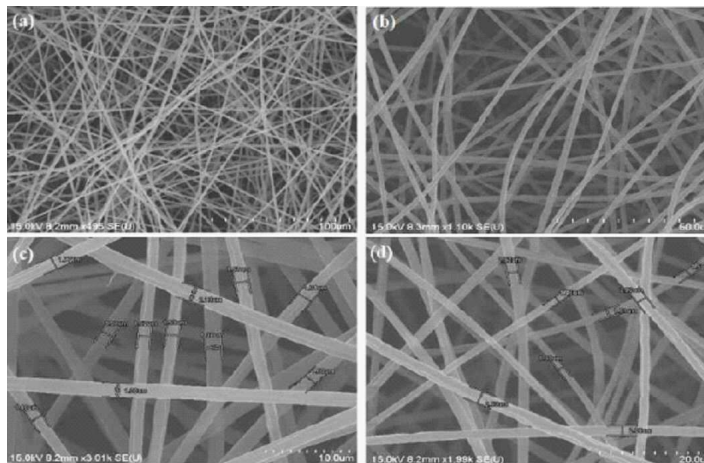
(57) 요약

본 발명은 전기방사를 이용한 나노섬유의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 (a) 전분, 콜라겐, 레시틴 및 용매를 포함하는 고분자 용액을 제조하는 단계; 및 (b) 상기 고분자 용액을 전기 방사하여 나노섬유를 제조하는 단계;를 포함하는 나노섬유의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명은 수분 환경에서도 분해도 조절이 가능하고, 생체 적합성 및 기계적 특성이 우수하며, 세포성장 및 생장을 활성화시키는 나노섬유의 제조방법을 제공할 수 있다.

또한 본 발명은 생체적합성, 내구성 및 기계적 강도가 우수하여 조직공학용 지지체, 생체의학용 소재 등으로 안정적으로 사용할 수 있는 나노섬유를 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61L 27/26 (2013.01)
A61L 27/56 (2013.01)
A61L 27/58 (2013.01)
DO1F 1/10 (2013.01)
A61L 2400/12 (2013.01)

최선호

대전광역시 동구 대흥로 176-15 현대아파트 3-204

(72) 발명자

홍상은

대전광역시 동구 산내로929번길 90 삼괴동189-2단
 독주택(고미옥)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345313375
과제번호	2019R111A3A0106383313
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	기초연구-지역대학우수과학자지원사업
연구과제명	동적 환경 구현 및 복합적 자극을 이용한 고효율 생체 유사시스템 개발
기여율	1/2
과제수행기관명	한남대학교
연구기간	2019.06.01 ~ 2024.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345332919
과제번호	2021R111A1A0105987011
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	학문균형발전지원사업-창의도전연구기반지원
연구과제명	리소좀 축적 질환 (희귀 난치성 대사질환)의 새로운 치료전략 개발 : 기능성 초미립 나노입자의 세포내소기관 기능 조절 및 안전성 평가 연구
기여율	1/2
과제수행기관명	한남대학교
연구기간	2021.06.01 ~ 2024.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 전분, 콜라겐, 레시틴 및 용매를 포함하는 고분자 용액을 제조하는 단계; 및
- (b) 상기 고분자 용액을 전기 방사하여 나노섬유를 제조하는 단계;를 포함하는 나노섬유의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 고분자 용액은 용매 100중량부에 대하여 전분 10~30중량부, 콜라겐 1~10중량부 및 레시틴 1~10중량부를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노섬유의 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 용매는 트리플루오로아세트산 및 2,2,2-트리플루오로에탄올을 혼합하여 사용하는 것을 특징으로 하는 나노섬유의 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 트리플루오로아세트산 및 2,2,2-트리플루오로에탄올의 중량비는 60~80:20~40 인 것을 특징으로 하는 나노섬유의 제조방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중의 어느 한 항의 제조방법으로 제조되는 나노섬유.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 전기방사를 이용한 나노섬유의 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 (a) 전분, 콜라겐, 레시틴 및 용매를 포함하는 고분자 용액을 제조하는 단계; 및 (b) 상기 고분자 용액을 전기 방사하여 나노섬유를 제조하는 단계;를 포함하는 나노섬유의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 최근 빠르게 진행되고 있는 인구 고령화 현상으로 인한 만성질환(심근경색, 간병변, 신부전 등)의 증가는 재생 의료 산업의 활성화로 이어지고 있다.
- [0004] 재생의료란 세포, 생체재료 등을 혼합하여 손상된 조직이나 장기 기능 복원 등을 뜻하는 포괄적인 개념으로 그 중 조직공학은 세포 배양에 의해 조직 재생이 가능한 연골 또는 피부를 중심으로 기술이 활발하게 개발되고 있

다.

- [0005] 조직공학용 3차원 지지체를 제조하는 방법으로는 동결건조법, 가스발포법, 침엽법, 전기방사법 등이 있다.
- [0006] 특히 전기방사법으로 제조한 나노섬유 스키펴드는 나노크기의 미세한 기공과 높은 비표면적을 제공하여 수분 및 통기성이 우수하다. 그러나 나노섬유를 구성하는 물질에 따라 면역반응 및 감염의 우려가 발생할 수 있으며, 낮은 기계적 강도는 나노섬유의 한계 중 하나이다.
- [0007] 스타치(전분)는 천연 고분자로 생분해성이며 생체적합성이 뛰어나므로 스타치 나노섬유는 감염의 위험성을 최소화할 수 있다.
- [0008] 그러나 스타치 나노섬유는 수분 환경에 노출되는 경우 쉽게 분해되어 내구성 및 기계적 강도가 저하되므로 장기간 안정적으로 사용될 수 없다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2014-0089000호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 수분 환경에서도 분해도 조절이 가능하고, 생체 적합성 및 기계적 특성이 우수하며, 세포성장 및 생장을 활성화시키는 나노섬유의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0012] 또한 본 발명은 생체적합성, 내구성 및 기계적 강도가 우수하여 조직공학용 지지체, 생체의학용 소재 등으로 안정적으로 사용할 수 있는 나노섬유를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 (a) 전분, 콜라겐, 레시틴 및 용매를 포함하는 고분자 용액을 제조하는 단계; 및
- [0015] (b) 상기 고분자 용액을 전기 방사하여 나노섬유를 제조하는 단계;를 포함하는 나노섬유의 제조방법을 제공한다.
- [0016] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 고분자 용액은 용매 100중량부에 대하여 전분 10~30중량부, 콜라겐 1~10중량부 및 레시틴 1~10중량부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 용매는 트리플루오로아세트산 및 2,2,2-트리플루오로에탄올을 혼합하여 사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 본 발명의 일실시예에 있어서, 상기 트리플루오로아세트산 및 2,2,2-트리플루오로에탄올의 중량비는 60~80:20~40 인 것을 특징으로 한다.
- [0019] 또한 본 발명은 상기 제조방법으로 제조되는 나노섬유를 제공한다.

발명의 효과

- [0021] 본 발명은 수분 환경에서도 분해도 조절이 가능하고, 생체 적합성 및 기계적 특성이 우수하며, 세포성장 및 생장을 활성화시키는 나노섬유의 제조방법을 제공할 수 있다.
- [0022] 또한 본 발명은 생체적합성, 내구성 및 기계적 강도가 우수하여 조직공학용 지지체, 생체의학용 소재 등으로 안

정적으로 사용할 수 있는 나노섬유를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 나노섬유의 전계방출형 주사전자현미경(FE-SEM)을 나타낸다.
 도 2는 본 발명의 나노섬유의 FT-IR 스펙트럼을 나타낸다. (a) 전분, (b) 콜라겐, (c) 레시틴, (d) 전분/콜라겐/레시틴 나노섬유.
 도 3은 본 발명의 나노섬유의 DSC 측정결과를 나타낸다.
 도 4는 본 발명의 나노섬유의 TGA 결과를 나타낸다. (a) 전분/콜라겐/레시틴 나노섬유, (b) 콜라겐, (c) 레시틴, (d) 전분.
 도 5는 본 발명의 나노섬유의 분해도를 나타낸다. (a) 전분 나노시트, (b) 전분/콜라겐 나노시트, (c) 전분/레시틴 나노시트, (d) 전분/콜라겐/레시틴 나노시트.
 도 6은 본 발명의 전분/콜라겐/레시틴 나노섬유의 세포독성을 나타낸다.
 도 7은 본 발명의 나노섬유의 형광현미경 이미지를 나타낸다. (a-c) 전분/레시틴 나노섬유 스케폴드, (d-f) 전분/콜라겐/레시틴 나노섬유 스케폴드.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하 실시예를 바탕으로 본 발명을 상세히 설명한다. 본 발명에 사용된 용어, 실시예 등은 본 발명을 보다 구체적으로 설명하고 통상의 기술자의 이해를 돕기 위하여 예시된 것에 불과할 뿐이며, 본 발명의 권리범위 등이 이에 한정되어 해석되어서는 안 된다.
- [0026] 본 발명에 사용되는 기술 용어 및 과학 용어는 다른 정의가 없다면 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 나타낸다.
- [0028] 본 발명은 (a) 전분, 콜라겐, 레시틴 및 용매를 포함하는 고분자 용액을 제조하는 단계; 및
- [0029] (b) 상기 고분자 용액을 전기 방사하여 나노섬유를 제조하는 단계;를 포함하는 나노섬유의 제조방법에 관한 것이다.
- [0030] 상기 고분자 용액은 용매 100중량부에 대하여 전분 10~30중량부, 콜라겐 1~10중량부 및 레시틴 1~10중량부를 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 (a) 단계는 고분자 용액을 제조하는 단계로서, 전분, 콜라겐, 레시틴 및 용매를 혼합하여 고분자 용액을 제조할 수 있다.
- [0033] 상기 용매로는 트리플루오로아세트산, 2,2,2-트리플루오로에탄올, 클로로포름, 증류수 등을 사용할 수 있다.
- [0034] 본 발명은 용매로서 트리플루오로아세트산 및 2,2,2-트리플루오로에탄올을 혼합하여 사용할 수 있다. 이때 상기 트리플루오로아세트산 및 2,2,2-트리플루오로에탄올의 중량비는 60~80:20~40 인 것이 바람직하며, 중량비가 상기 수치범위를 만족하는 경우 나노섬유의 내구성 및 생체적합성이 극대화될 수 있다.
- [0035] 또한 본 발명은 용매로서 트리플루오로아세트산, 2,2,2-트리플루오로에탄올 및 클로로포름을 혼합하여 사용할 수 있다. 이때 상기 트리플루오로아세트산, 2,2,2-트리플루오로에탄올 및 클로로포름의 중량비는 100:20~40:5~15 인 것이 바람직하며, 중량비가 상기 수치범위를 만족하는 경우 나노섬유의 내구성 및 생체적합성이 극대화될 수 있다.
- [0037] 상기 전분은 용매 100중량부에 대하여 10~30중량부 사용되는 것이 바람직하고, 전분의 함량이 상기 수치범위를 만족하는 경우 나노섬유의 내구성 및 생체적합성이 극대화될 수 있다.

- [0038] 또한 상기 전분은 콜라겐 또는 레시틴으로 코팅될 수 있으며, 코팅된 전분은 고분자 용액의 결합력을 향상시킬 수 있다. 이때 전분 100중량부에 대하여 콜라겐 또는 레시틴 1~10중량부를 사용하여 코팅할 수 있다.
- [0039] 아울러 상기 전분은 감태 추출물로 코팅될 수 있으며, 전분 100중량부에 대하여 감태 추출물 1~10중량부를 사용하여 코팅할 수 있다.
- [0040] 상기 감태 추출물은 감태를 용매로 가열 추출하고 여과한 후 감압 농축하여 제조된다.
- [0041] 상기 가열 추출은 감태 100중량부에 대하여 용매 500~2,000중량부를 가하고 40~95℃에서 1~10시간 가열하여 추출할 수 있다.
- [0042] 상기 용매는 물, 주정, 에탄올, 메탄올, 헥산, 클로로포름, 메틸렌클로라이드, 에틸아세테이트 및 디에틸렌 글리콜 모노에틸 에테르에서 선택되는 하나 이상일 수 있다.
- [0043] 가열 추출 후 기공의 직경이 0.2~1 μ m인 여과막으로 여과하고, 여과된 여액을 감압 농축기로 감압 농축하여 감태 추출물을 수득한다.
- [0045] 상기 콜라겐은 용매 100중량부에 대하여 1~10중량부 사용되는 것이 바람직하고, 콜라겐의 함량이 상기 수치범위를 만족하는 경우 나노섬유의 내구성 및 생체적합성이 극대화될 수 있다.
- [0047] 상기 레시틴은 용매 100중량부에 대하여 1~10중량부 사용되는 것이 바람직하고, 레시틴의 함량이 상기 수치범위를 만족하는 경우 나노섬유의 내구성 및 생체적합성이 극대화될 수 있다.
- [0049] 또한 상기 고분자 용액은 젤라틴, 후코이단, 키토산, 글리코사미노글리칸 및 알지네이트를 추가로 포함할 수 있다.
- [0050] 상기 젤라틴은 용매 100중량부에 대하여 1~5중량부 사용되는 것이 바람직하고, 젤라틴의 함량이 상기 수치범위를 만족하는 경우 나노섬유의 내구성 및 생체적합성이 극대화될 수 있다.
- [0051] 상기 후코이단은 용매 100중량부에 대하여 1~5중량부 사용되는 것이 바람직하고, 후코이단의 함량이 상기 수치범위를 만족하는 경우 나노섬유의 내구성 및 생체적합성이 극대화될 수 있다.
- [0052] 상기 키토산은 용매 100중량부에 대하여 1~5중량부 사용되는 것이 바람직하고, 키토산의 함량이 상기 수치범위를 만족하는 경우 나노섬유의 내구성 및 생체적합성이 극대화될 수 있다.
- [0053] 상기 글리코사미노글리칸은 용매 100중량부에 대하여 1~5중량부 사용되는 것이 바람직하고, 글리코사미노글리칸의 함량이 상기 수치범위를 만족하는 경우 나노섬유의 내구성 및 생체적합성이 극대화될 수 있다.
- [0054] 상기 알지네이트는 용매 100중량부에 대하여 1~5중량부 사용되는 것이 바람직하고, 알지네이트의 함량이 상기 수치범위를 만족하는 경우 나노섬유의 내구성 및 생체적합성이 극대화될 수 있다.
- [0056] 상기 (b) 단계는 상기 고분자 용액을 전기 방사하여 나노섬유를 제조하는 단계로서, 노즐을 통하여 상기 고분자 용액을 토출시켜 전기방사하며, 상기 전기방사를 통해 나노섬유를 제조할 수 있다.
- [0058] 또한 본 발명은 상기 제조방법으로 제조되는 전기방사를 이용한 나노섬유에 관한 것이다.
- [0059] 상기 나노섬유는 수분 환경에서도 분해도 조절이 가능하고, 생체 적합성 및 기계적 특성이 우수하며, 세포성장 및 성장을 활성화시킬 수 있다.
- [0060] 또한 상기 나노섬유는 생체적합성, 내구성 및 기계적 강도가 우수하여 조직공학용 지지체, 생체의학용 소재 등으로 안정적으로 사용될 수 있다.
- [0062] 이하 실시예 및 비교예를 통해 본 발명을 상세히 설명한다. 하기 실시예는 본 발명의 실시를 위하여 예시된 것

일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

- [0064] (실시예 1)
- [0065] 트리플루오로아세트산 100중량부, 전분 25중량부, 콜라겐 5중량부 및 레시틴 5중량부를 혼합하여 고분자 용액을 제조하였다.
- [0066] 상기 고분자 용액을 전기 방사(방사거리 12cm, 전압 15kV, 유속 0.5ml/h, 노즐 21G)하여 나노섬유를 제조하였다.
- [0068] 도 1은 상기 나노섬유의 전계방출형 주사전자현미경(FE-SEM)을 나타낸다.
- [0069] 상기 나노섬유는 연속적인 섬유상을 보이며 섬유의 배향성은 없고 불규칙하게 섬유를 형성하는 것을 확인할 수 있다. 섬유의 직경은 800nm~1 μ m의 크기를 가진다.
- [0071] 도 2는 상기 나노섬유의 FT-IR 스펙트럼을 나타낸다.
- [0072] 전분/콜라겐/레시틴 나노섬유는, 전분을 구성하는 O-H bonding의 피크인 3,600~3,300cm⁻¹에서 O-H stretching vibration이 나타났다. 또한 C-H 알칸의 stretching vibration이 2,930cm⁻¹에서 확인되고, 931, 853, 762cm⁻¹에서는 carbohydrate에 의한 C-O-C ring vibration이 나타났다. 레시틴의 O-P-O 인산기의 stretching vibration에 의해 1,223cm⁻¹에서 피크가 나타났으며, 1,352cm⁻¹에서 나타나는 피크는 콜라겐의 주요 피크로 아민기의 bending vibration에 의해서 나타났다. 1,789cm⁻¹에서 나타나는 피크는 레시틴과 콜라겐의 C=O stretching vibration에 의해서 나타난다.
- [0074] 도 3은 상기 나노섬유의 DSC 측정결과를 나타낸다.
- [0075] 전분 나노섬유의 유리전이온도는 72 $^{\circ}$ C이며, 70 $^{\circ}$ C 부근에서 발생하는 피크는 전분의 amylose에 의해 나타나는 호화상전이 현상으로 전분입자의 무정형 부분에서 먼저 용융이 일어난 뒤 결정형 부분이 용융되어 넓은 범위에서 나타난다. 130 $^{\circ}$ C에서 250 $^{\circ}$ C까지 발행하는 구간은 coagulation에 의해 나타나며, 300 $^{\circ}$ C 이후에서 나타나는 피크는 TFA와의 상호작용에 의한 반응물들이 용융되어 나타난다.
- [0076] 전분/콜라겐 나노섬유의 경우 60 $^{\circ}$ C 부근에서 발생하는 넓은 범위의 피크는 전분에 의해 용융되어 나타나며, 130 $^{\circ}$ C부터 발생하는 curve는 전분과 콜라겐의 사슬 구조의 coagulation에 의해 나타난다.
- [0077] 전분/레시틴 나노섬유는 전분의 amylose와 레시틴의 지방산의 복합체 (amylose-lecithin complex) 형성으로 인해 호화상전이 현상이 일어나는 온도가 증가하며 85 $^{\circ}$ C에서 유리전이온도가 확인된다. 용융점은 280 $^{\circ}$ C로 amylose-lecithin complex에 의해 생성된 복합체가 용융된다.
- [0078] 전분/콜라겐/레시틴 나노섬유의 유리전이 온도는 70 $^{\circ}$ C이며 49 $^{\circ}$ C부터 113 $^{\circ}$ C까지 넓은 범위에서 발생하는 피크는 전분에 의해 나타나며 전분 나노섬유에 비해 49 $^{\circ}$ C부터 용융이 시작된다. 150 $^{\circ}$ C부터 250 $^{\circ}$ C까지 나타나는 구간은 coagulation에 의해 나타나며 277 $^{\circ}$ C에서 나타나는 피크는 결정화에 의한 것으로 TFA에 각 물질들이 용해되면서 발생하는 상호작용으로 인해 나타나는 것을 확인하였다.
- [0080] 도 4는 상기 나노섬유의 TGA 결과를 나타낸다.
- [0081] 전분은 100 $^{\circ}$ C 부근에서 12% 발생하는 질량 손실은 수분의 의한 것이며, 280 $^{\circ}$ C 부근에서 급격하게 열분해가 일어나 91.6% 이상의 질량 손실을 보였고, 레시틴은 200 $^{\circ}$ C 부근에서 열분해가 시작된다. 질량 손실이 서서히 일어나 87.1%의 질량 손실을 보였다.
- [0082] 콜라겐은 100 $^{\circ}$ C 부근에서 수분에 의한 7% 질량 손실을 보였으며 300 $^{\circ}$ C 부근에서 열분해가 시작되어 78.8%의 질량 손실을 보였다.

- [0083] 전분/콜라겐/레시틴 나노섬유는 Starch, Collagen에 비해 초기 수분에 의해 손실되는 질량이 3%로서, 이는 Lecithin에 의한 것이며, 230℃ 부근에서 열분해가 시작되어 50% 질량 손실이 일어나지만 280℃ 이후에는 천천히 분해가 일어나 최종적으로 71.5%의 질량 손실이 일어났다. 최종 질량이 28.5% 보존되는 것을 확인하였으며 Starch의 O-H end group과 Collagen의 carboxyl group과 amino group 사이에 수소결합으로 인한 상호작용에 의해 원물질인 Starch, Collagen, Lecithin보다 상대적으로 열적 안정성이 증가한 것을 확인할 수 있었다.
- [0085] 도 5는 상기 나노섬유의 분해도를 나타낸다.
- [0086] 상기 나노섬유의 분해도(Degradability)를 평가하기 위해 나노시트를 가로 10mm, 세로 20mm 크기로 샘플을 제작하여 10mL 바이알(vial)에 담은 후, 증류수 5mL에 침지시켰다. 각 샘플의 분해도는 24시간과 48시간 동안 측정하였다.
- [0087] 레시틴이 함유되지 않은 전분 나노시트와 전분/콜라겐 나노시트는 물과 접촉하게 되면 물에 용해되어 섬유의 형상을 유지하지 못하는 것을 확인하였다.
- [0088] 레시틴이 함유된 전분/레시틴 나노시트와 전분/콜라겐/레시틴 나노시트는 물과 접촉하게 되어도 섬유의 형상을 잃지 않고 용해되지 않는 것을 확인하였다. Lecithin의 양친매 성질로 인하여 나노섬유의 수화 정도가 조절되었으며 나노시트의 형상을 유지할 수 있는 것으로 보인다.
- [0090] 도 6은 전분/콜라겐/레시틴 나노섬유의 세포독성을 나타낸다.
- [0091] 전분/콜라겐/레시틴 나노섬유는 고농도와 저농도에서 세포 생존율의 변화가 크지 않으며 24시간 후에 세포 생존율이 감소하였지만 48시간 후에 생존율이 증가하는 것을 확인하였다. 따라서 전분/콜라겐/레시틴 나노섬유의 세포 독성이 적은 것을 확인할 수 있다.
- [0093] 도 7은 상기 나노섬유의 형광현미경 이미지를 나타낸다.
- [0094] Starch/Lecithin 나노섬유에서는 세포배양이 거의 되지 않았으며 Starch/Collagen/Lecithin 나노섬유의 경우 세포수가 증가하는 것을 확인하였다.
- [0095] Starch/Lecithin 나노섬유와 Starch/Collagen/Lecithin 나노섬유의 세포부착정도를 비교한 결과 Collagen이 함유되어있지 않은 나노섬유보다 Collagen이 함유되었을 때 세포 부착 정도가 향상되는 것을 확인하였다. 결과적으로 Collagen에 의해 나노섬유의 생체적합성을 향상된 것을 확인할 수 있었다.
- [0097] (실시예 2)
- [0098] 레시틴 0.5중량부를 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 나노섬유를 제조하였다.
- [0100] (실시예 3)
- [0101] 레시틴 15중량부를 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 나노섬유를 제조하였다.
- [0103] (실시예 4)
- [0104] 트리플루오로아세트산 100중량부 대신에, 트리플루오로아세트산 70중량부 및 2,2,2-트리플루오로에탄올 30중량부를 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 나노섬유를 제조하였다.
- [0106] (실시예 5)
- [0107] 전분 분말 100중량부에 대하여 레시틴 5중량부를 사용하여 전분의 표면을 레시틴으로 코팅하였다.

[0108] 전분 대신에, 레시틴이 코팅된 전분을 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 나노섬유를 제조하였다.

[0110] (실시예 6)

[0111] 젤라틴 3중량부, 후코이단 3중량부, 글리코사미노글리칸 3중량부 및 알지네이트 3중량부를 추가로 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 나노섬유를 제조하였다.

[0113] (분해도)

[0114] 나노섬유의 분해도(Degradability)를 평가하기 위해, 나노시트를 가로 10mm, 세로 20mm 크기로 샘플을 제작하여 10mL 바이알(vial)에 담은 후, 증류수 5mL에 침지시켰다. 24시간 후의 각 샘플의 분해도를 측정하였다.

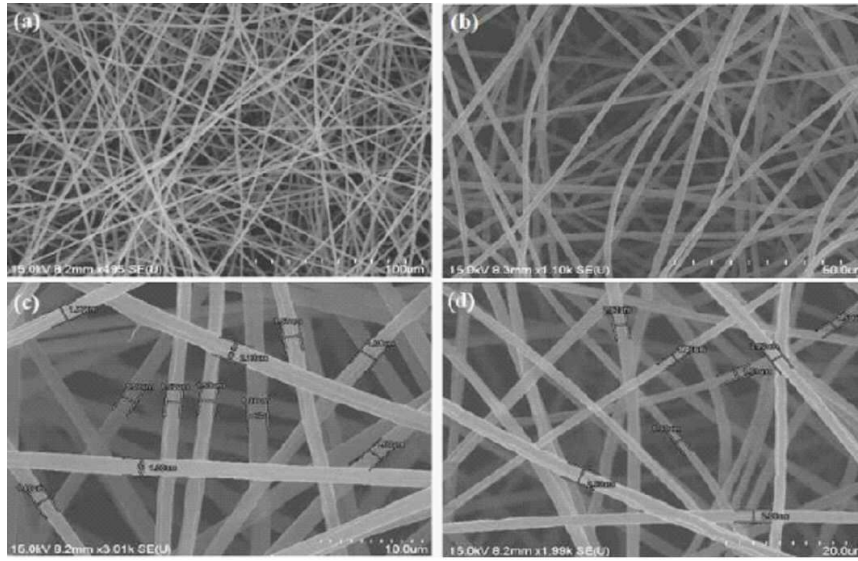
표 1

	분해도(%)	인장강도(MPa)
실시예 1	16	1.6
실시예 2	36	1.2
실시예 3	32	1.1
실시예 4	9	2.1
실시예 5	8	2.3
실시예 6	10	2.5

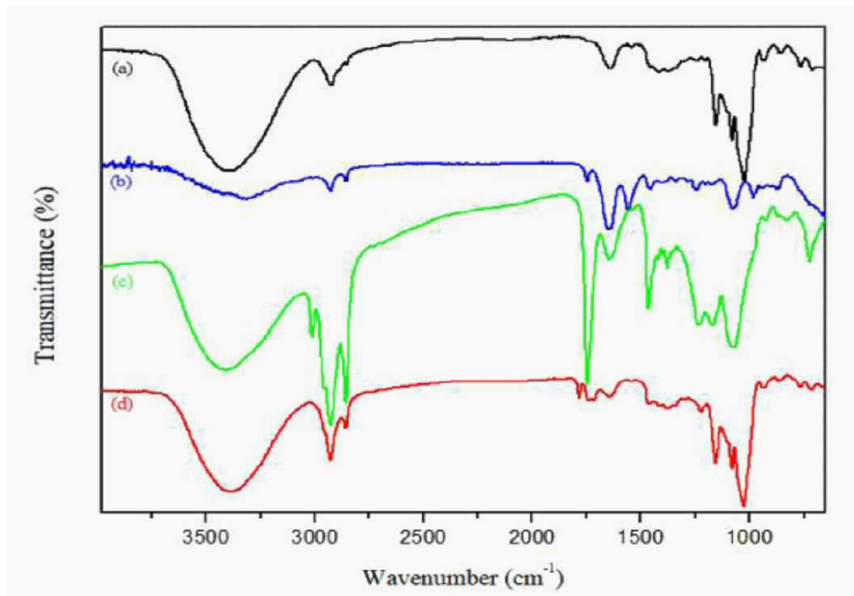
[0118] 상기 표 1의 결과로부터, 실시예 1, 4 내지 6의 경우, 실시예 2 및 3에 비해 나노섬유의 내구성 및 인장강도가 우수함을 알 수 있다.

도면

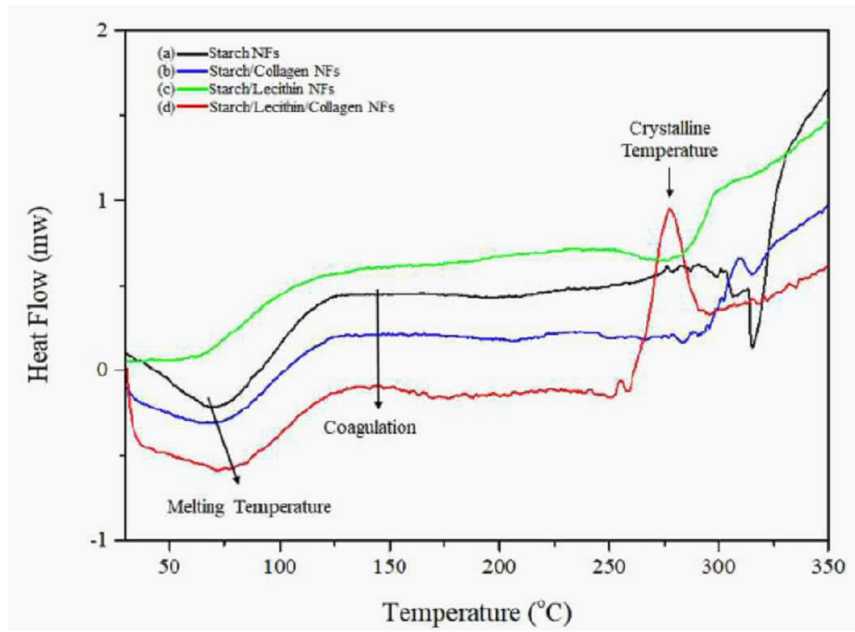
도면1



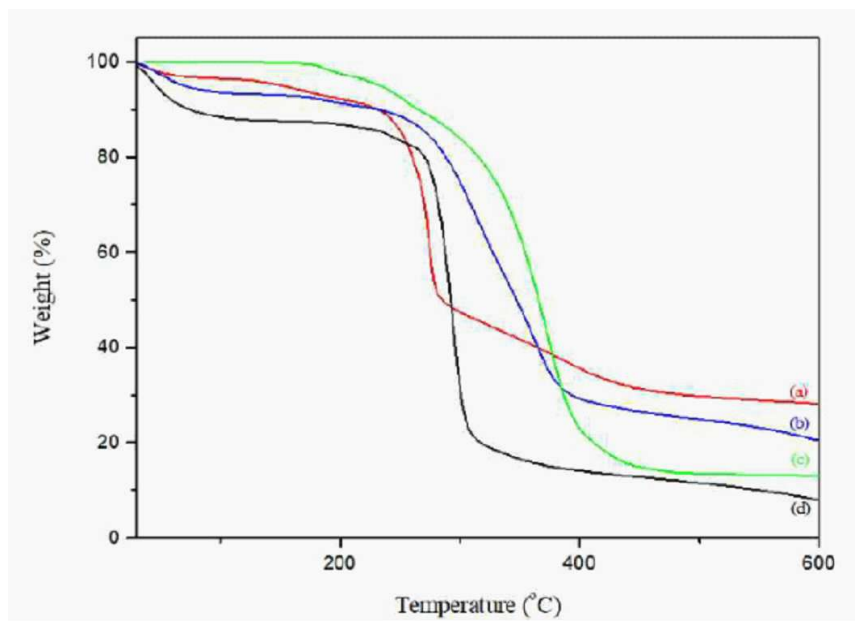
도면2



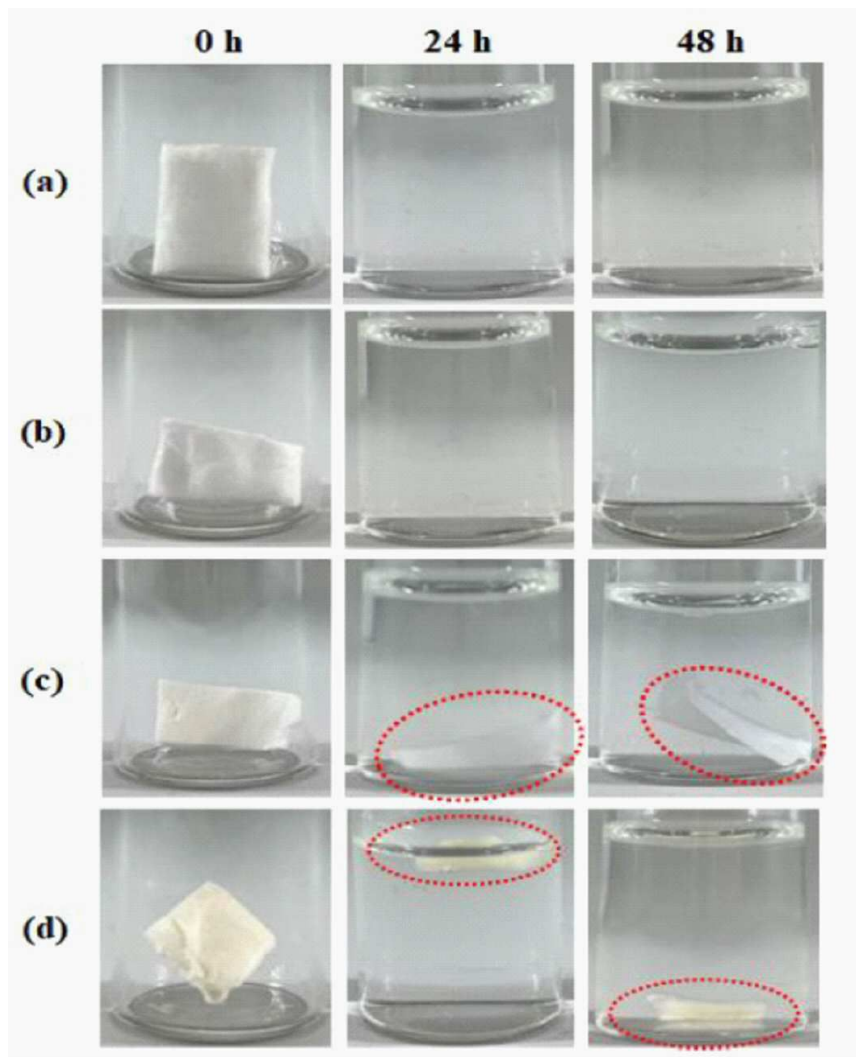
도면3



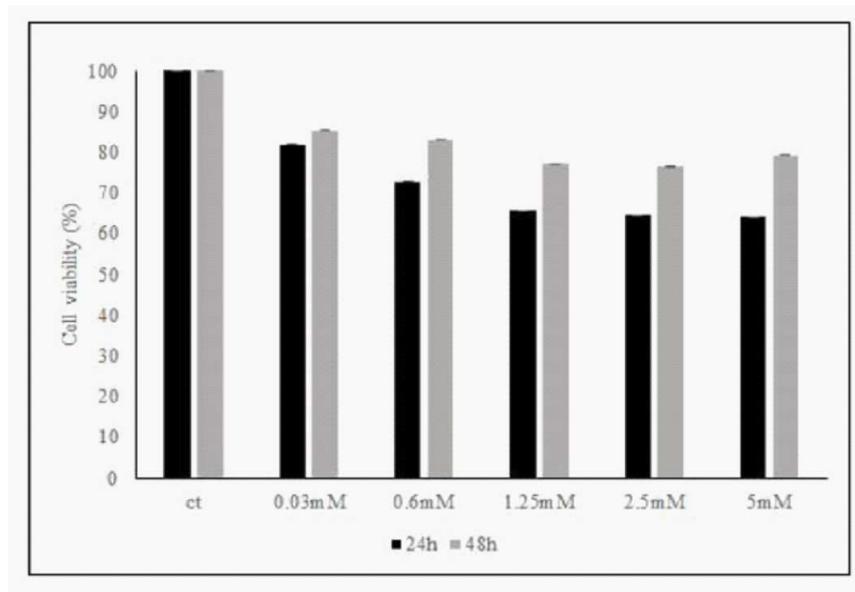
도면4



도면5



도면6



도면7

