

단백질의 구조와 역할



이지향

새천년건강한약국 대표약사
대한약사회 건강기능식품 특별위원
전북약사회 의약품안전사용교육강사단
'모약산의 아침' 블로그 카카오프로필 운영자
'이약사에게 물어보세요' 출간
'무엇이든 물어보세요' 출연 중

1. 단백질의 구조

단백질은 모든 생명 현상을 담당하는 고분자 화합물이다. 그래서 3차원 구조를 갖는다. 구부러지고 접히면서 세포 구석구석에서 활약해야 하기 때문이다.

단백질이 자연 상태에서 접히는 구조는 단백질의 폴리펩타이드를 이루는 아미노산의 서열에 의해 결정된다. 단백질은 총 4단계에 의해 복잡하고 정교하게 만들어진다.

2. 단백질의 1차 구조

1차 구조는 펩티드 결합으로 연결된 폴리펩타이드 사슬을 말한다. 단백질 고유성질을 결정짓는 가장 큰 요소로서 아미노산 배열순서가 단 1개만 바뀌어도 전혀 다른 단백질이 된다. 한 개의 단백질이 가지는 구조는 상호작용하는 다른 분자들과 환경에 의해서 바뀔 수 있다.

이러한 구조의 변형은 단백질의 생물학적인 기능인 촉매작용, 다른 분자와의 결합, 기계적 움직임 등에 매우 중요한 역할을 한다. 한마디

로 아미노산이 기차처럼 쭉 연결되어 있는 구조이다. 20여개의 아미노산이 다양한 조합을 만들어내는 것이 신기하다.

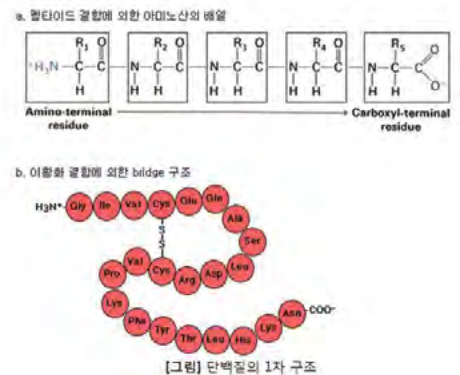
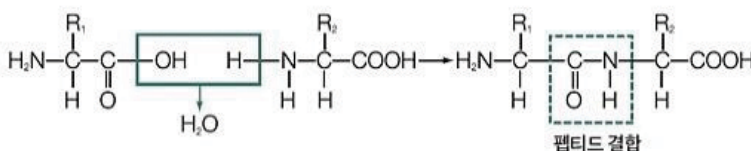


그림 2 그림출처: 세퍼드의 자유도서관

단백질의 1차 구조 한쪽에는 아미노기가 있는 N말단, 다른 한쪽에는 카르복실기가 있는 C말단이다. 만약 단백질 안에 시스테인이 포함되어 있다면 이황화결합을 만든다.

대표적인 것이 인슐린이다. 인슐린은 펩티드 결합과 S-S 결합으로 만들어진 1차 구조이다.

그림 1 펩티드 결합: 두 아미노산에서 한쪽 카르복실기와 다른 쪽 아미노기가 탈수 축합하여 생기는 결합



2. 단백질의 2차 구조

단백질이 최종적으로 복잡한 입체구조를 갖는 전단계로서 펩티드사슬이 접힌 구조이다. 결합각도에 따라 선이 꼬이게 되는데 알파나선 구조와 베타병풍구조가 있다. 알파-나선구조

는 용수철 모양의 구조이고, 베타-병풍구조는 병풍모양의 주름 구조이다. 단백질의 2차 구조를 이해하려면 수소결합을 이해하여야 한다.

수소 결합은 흔히, 질소나 산소, 플루오린과 같이 전기 음성도가 매우 큰 원자와 수소가 결합하고 있는 분자에서 나타나는 인력이라고 정의한다. 그러나 더 구체적으로 설명한다면, 수소 결합이란 전기 음성도가 매우 큰 원자에 결합한 수소 원자와 또 다른 전기적 음성 원자의 비공유 전자쌍 사이에 작용하는 강한 분자 간 힘이다. 그러나 분자간 힘, 즉 수소결합을 포함한 모든 반데르발스 힘은 분자내 원자간 결합인 공유결합에 비하면 매우 약한 힘이다.

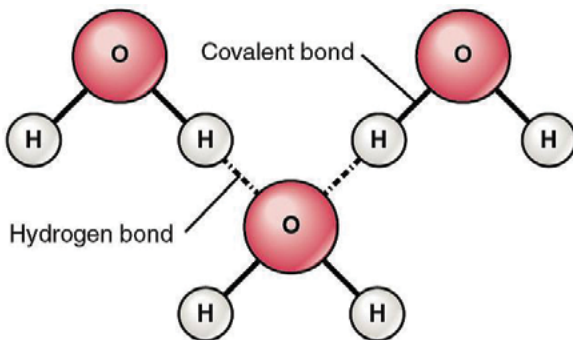
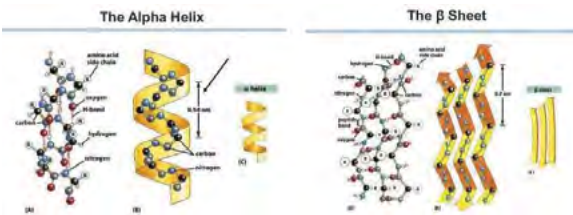


그림 3 그림 출처: commons.wikimedia.org 공유결합과 수소결합



3. 단백질의 3차 구조

3차 구조는 소수성 상호작용, 반데르발스힘, 수소 결합, 정전기적 인력, 이황화 결합 등에 의해 안정화되며, 세포 속의 효소들은 대부분 3차 구조로 인하여 구형을 띤다. 효소의 기질 특이적 반응들도 특유의 입체 구조에 의한 것이다.

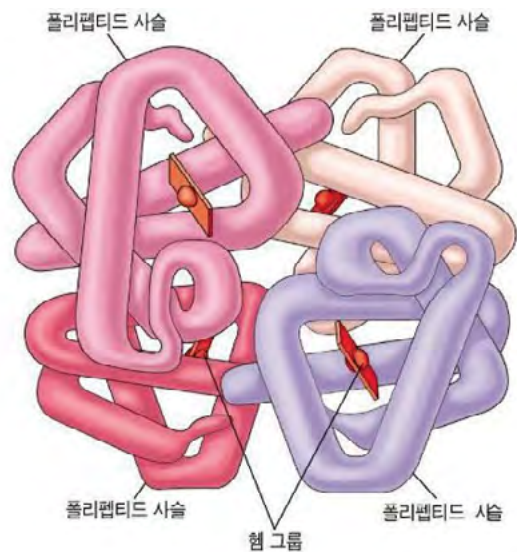
단백질 분자는 최대 안정성 또는 최저 에너지 상태를 달성하기 위해 구부러거나 비틀어진다. 단백질의 3차원 모양은 불규칙하고 무작위로 보이지만 아미노산 측쇄그룹사이의 결합 상호작용으로 매우 안정되어 있다.

1) 3차 구조의 결합

- (1) 수소결합: 하이드록실기가 붙은 아미노산들은 수소결합을 한다.
- (2) 이온결합: 산성아미노산과 염기성아미노산은 각각 음전하와 양전하를 띄기때문에 결합할수 있다.
- (3) 소수성상호작용: 극성을 띄지 않는 분자들끼리 모여드는 현상이다.
- (4) 공유결합: 이황화결합(시스테인이 할 수 있는 결합), -SH (티올기)결합에서 수소가 떨어져 나와 S-S 결합이 되는데 단백질의 모양을 결정하는데 매우 중요하다.
- (5) 반데르발스힘: 두 원자가 가까운 거리에서 전기친화력에 의해 약한 결합을 형성한다.

4. 단백질의 4차 구조

2개 이상의 폴리펩티드 사슬에 의해서 형성된 단백질의 3차원적 입체 구조로서, 2개 이상의 폴리펩티드 사슬이 각각 특징적으로 접혀져서 서로 빈틈없이 채워진 구조를 말한다.



이러한 구조는 각각의 단백질이 고유한 기능을 수행할 수 있는 특징을 갖게 한다. 그러나 온도가 높아지면 단백질의 구조를 유지하는 여러 결합들이 깨어지며, pH의 변화 역시 단백질을 구성하고 있는 분자의 이온 구조에 급격한 변화를 일으켜 결합이 깨지면서 단백질이 원래 가지고 있던 특성을 잃고 원래 상태로 돌아가지 못하는 비가역적 현상(변성, 變性)이 발생한다. 그래서 계란 후라이는 다시는 계란이 되지 못한다.☹