

주제	혈류를 측정하는 푸아죄유의 법칙(Poiseuille's law)
관련 단원	생명과학, 미적분학, 의학
개요	<p>주제 방향1. 푸아죄유의 법칙(Poiseuille's law)과 혈류의 관계 이해</p> <p>주제 방향2. 미적분을 이용하여 혈류 속도의 변화율 구하기</p>
가이드	<p>서론</p>
	<p>주제 선정 계기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 의학 계열에서 혈류 측정의 중요성 [자료1] ↳ 혈류의 측정은 태아 발육지연 위험 산모에 있어서 태아발육지연의 진단에 도움을 줄 뿐만 아니라 발육지연태아의 불량한 주산기예후를 미리 예측할 수 있는 효용성이 있는 방법
	<p>본론</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 푸아죄유의 법칙(Poiseuille's law)과 혈류의 관계 <ul style="list-style-type: none"> - [자료2] 2. 미적분을 이용하여 혈류 속도의 변화율 구하기 <ul style="list-style-type: none"> - 혈류의 속도를 r에 대해 미분하여 혈류 속도의 변화율을 구한다. - [자료3]
	<p>결론</p> <p>발표를 준비하면서 느꼈던 개인적인 생각 정리</p>

자료1. 제대동맥 혈류속도 파형측정의 태아발육지연 발견 및 예후 예견

저자들은 도플러를 이용하여 제대동맥 혈류속도 파형측정의 태아발육지연 발견 및 예후 예견에 대한 효용성을 규명하고자 152예의 태아발육지연 위험 단태임산부를 대상으로 연구하였다. 1. 연구대상의 원인은 postdates가 36.2%로서 가장 많았고 임신중 고혈압성 질환이 32.2%로서 다음 순이었다. 분만후 확인된 태아발육지연 35예의 원인별 분포는 임신중 고혈압성 질환이 50%로서 가장 많았고 suspected IUGR이 31% 순이었다. 2. 도플러 제대동맥 S/D치에 따른 IUGR 발견에 대한 효용성은 감수성 40.0%, 특이성 88%, 양성예측도 50.0%, 음성예측도 83.1%였다. 3. 제대동맥 S/D치에 따른 주산기예후 비교 평가에서는 말기 이완기파형 소실군에서 정상군보다 불량하여 각각 분만시 임신주수 31.1+3.0, 38.9+1.9, 분만시 신생아 체중 1036.7+515.6, 2380.5+351.8 gm, 7 미만의 5분 Apgar치 빈도 80.0%, 9.5%, 신생아 중환자실 입원기간 33.5+36.0, 3.9+6.6일, 신생아 호흡 곤란증 빈도 50%, 9.5%, 주산기사망을 62.5%, 0%였으며 이들은 모두 통계적으로 유의하였다. 4. 태아발육지연군 및 정상군에서 제대동맥 S/D치에 따른 주산기예후 예견에 대한 효용성은 각각 감수성 58.8%, 32.0%, 특이성 77.8%, 93.5%, 양성예측도 71.4%, 57.1%, 음성예측도 66.7%, 83.5%였다. 결론적으로 도플러 제대동맥 S/D치 측정은 태아 발육지연 위험 산모에 있어서 태아발육지연의 진단에 도움을 줄 뿐만 아니라 발육지연태아의 불량한 주산기예후를 미리 예측할 수 있는 효용성이 있는 방법이라고 사료된다.

출처: <https://papersearch.net/thesis/article.asp?key=1854384&code=CP00000006>

자료2. 푸아죄유의 법칙(Poiseuille's law)과 혈류의 관계

푸아죄유의 법칙(Poiseuille's law)

프랑스의 물리학자 장 레오나드 마리 푸아죄유(Jean Leonard Marie Poiseuille)에 의해 유도된 방정식으로 관을 흐르는 점성 유체의 유량에 관한 법칙을 말한다. 1839년 하겐이 먼저 발견했기 때문에 하겐-푸아죄유 방정식으로도 불리게 된다.

일반적인 경우 다음과 같이 나타낸다.

$$\Delta P = \frac{8\eta L Q}{\pi r^4}$$

ΔP 는 압력의 변화를 나타낸다.

L 는 관의 길이를 나타낸다.

η 는 유체의 점성도를 나타낸다.

Q 는 부피흐름률을 나타낸다.

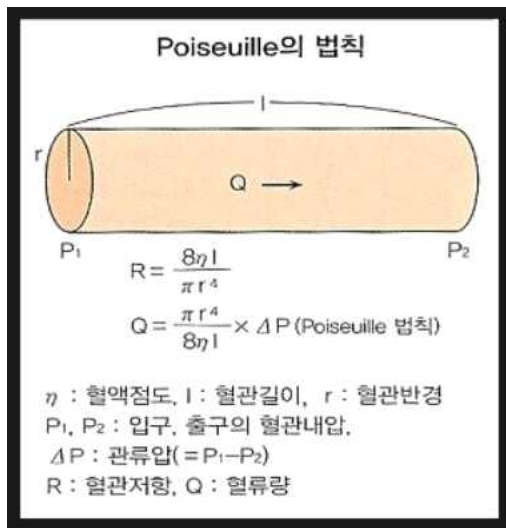
r 는 반지름을 나타낸다.

π 는 상수이다.

출처:

https://ko.wikipedia.org/wiki/%ED%91%B8%EC%95%84%EC%A3%84%EC%9C%A0%EC%9D%98_%EB%B2%95%EC%B9%99

푸아죄유의 법칙(Poiseuille's law)을 혈류에 적용하면



ΔP 는 혈관압력의 변화를 나타낸다.

L 는 혈관의 길이를 나타낸다.

η 는 혈액의 점성도를 나타낸다.

Q 는 혈류량을 나타낸다.

r 는 혈관의 반지름을 나타낸다.

Π 는 상수이다.

푸아죄유의 법칙(Poiseuille's law),

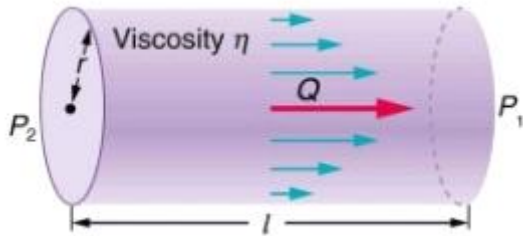
$$\Delta P = \frac{8\eta L Q}{\Pi r^4}$$

을 혈류량 Q 에 대해 정리하면

$$Q = \frac{\Pi r^4}{8\eta L} \times \Delta P$$

이다.

자료3. 미분을 이용하여 혈류 속도의 변화율 구하기



$$v = \frac{P}{4\eta l}(R^2 - r^2)$$

- v : 혈류 속도
- R : 혈관의 반지름 길이
- r : 중심축으로부터의 거리
- P : 혈관의 양 끝에서의 압력
- l : 혈관의 길이
- η : 혈액의 점성

따라서 혈관 벽면의 마찰

중심축에서 속도가 가장 빠름

중심축으로부터 멀어질수록 속도 느려짐

$R = r$ (즉, 벽면)에서 속도=0

$$\therefore \lim_{r \rightarrow R} v = 0$$

$$v = \frac{P}{4\eta l}(R^2 - r^2)$$

을 r 에 대해 미분하면

$$\frac{dv}{dr} = -\frac{Pr}{2\eta l}$$

-혈류속도의 변화율

$$\frac{dv}{dr} = -\frac{Pr}{2\eta l}$$

if, p와 l이 일정

→ v는 정의역 [0,R]인 r에대한 함수

↓
r에대해 미분할 경우, 혈류속도의 변화율

참고: <https://www.happycampus.com/report-doc/24993013/>