

Reference:

کتاب فیزیک پزشکی

نویسنده: جان آر کامرون
جیمز جی اسکفرونیک
ترجمہ دکترا تکاور



WWW.NiasaMed.COM

مطالب مربوط

۱. فیزیک استخوانبندی
۲. گرما و سرما در پزشکی
۳. فشار (فشار جمجمه، چشم...)
۴. فیزیک ششها و تنفس
۵. فیزیک سیستم قلب و عروق
۶. الکتریسیته در بدن
۷. صوت در پزشکی
۸. نور در پزشکی

فیزیسیین physician

- نقش اطلاعات فیزیکی پزشک در تشخیص:
 ۱. اطلاعات ارتوپد در مقاومت فیزیکی و شکل تقویت استخوان شکسته شده با پیچ و پلاک.
 ۲. متخصص ریه و اطلاعات دقیق در حجم های دم و بازدم و توانایی تفسیر نتایج تست های تنفسی
 ۳. اطلاعات متخصصین رادیولوژی از فیزیک پرتوها و الکتریسیته و مغناطیس
 ۴. اطلاعات جراحان اندوسکوپیک از فیزیک نور و زوایای عدسی ها.
 ۵. اطاعات چشم پزشکان از فیزیک بینایی...

اصطلاحات

- صحت Accuracy
- تکرارپذیری Reproducibility
- حساسیت Sensitivity
- دقت Specificity
- مثبت کاذب False Positive
- منفی کاذب False Negative

فیزیک استخوانبندی

skeletal system physics

● اهمیت استخوان ها در تاریخ:

(a) ادوات

(b) جنگ افزارها

(c) اشیاء هنری

تخصص های مربوطه در پزشکی

- ارتوپدی
- دندانپزشکی
- روماتولوژی
- رادیولوژی

فیزیکدان ها و مهندسیین

۱. نیروهای ثابت
۲. نیروهای متحرک
۳. راه رفتن
۴. دویدن
۵. بلندکردن اجسام

نقش های استخوان ها در بدن

- نگهداری (ساق پا، تاثیر بی وزنی، استئوکلاست ها)
- حرکت (نقش مفاصل)
- حفاظت (مغز، قفسه سینه)
- انبار مواد شیمیایی (کلسیم فسفر... ۷ سال، ۱۰۰۰ گرم)
- تولید مثل (شیرماهی، راکون)
- بلورهای کانی های استخوان ها میله ای شکل، قطر آنها ۲۰-۷۰ میکرومتر و طول آنها ۵۰-۱۰۰ میکرومتر می باشد
- سطح استخوانها ی بدن حدود ۱۰۰ هکتار است

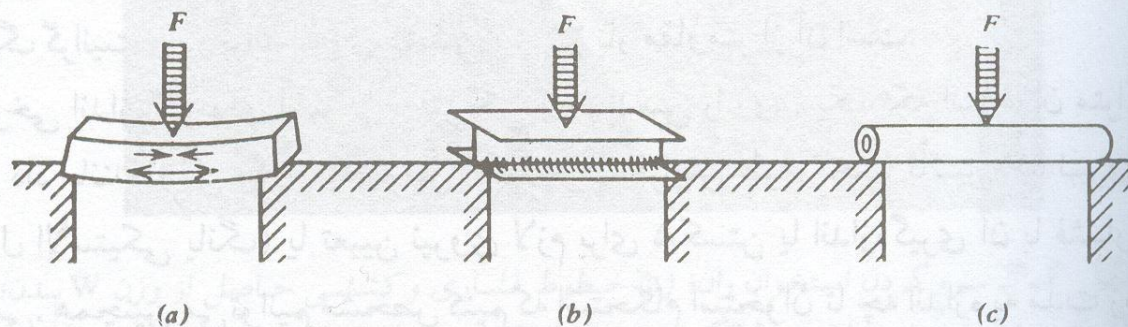
دسته بندی استخوان ها از لحاظ فیزیکی

- فیزیک دانها پنج دسته استخوان می شناسند:
 ۱. استخوانهای تخت :مانند اسکپولا و بعضی استخوان های جمجمه.
 ۲. استخوانهای بلند:مانند ران ، بازو
 ۳. استخوان های استوانه ای:مانند مهره ها
 ۴. استخوان های نامنظم:مانند مچ دست و پا
 ۵. استخوان های متفرقه:مانند دنده ها

جدول ۳-۲ استحکام استخوان و سایر مواد ساختمانی معمولی

ماده	فشار شکستن ناشی از فشردگی (N/mm ²)	فشار شکستن ناشی از کشش (N/mm ²)	مدول کشسانی یانگ (×10 ² N/mm ²)
فولاد سخت	۵۵۲	۸۲۷	۲۰۷۰
لاستیک	—	۲/۱	۰/۰۱۰
سنگ خارا	۱۴۵	۴/۸	۵۱۷
سیمان	۲۱	۲/۱	۱۶۵
چوب درخت بلوط	۵۹	۱۱۷	۱۱۰
چینی	۵۵۲	۵۵	—
استخوان متراکم	۱۷۰	۱۲۰	۱۷۹
استخوان اسفنجی	۲/۲	—	۰/۷۶

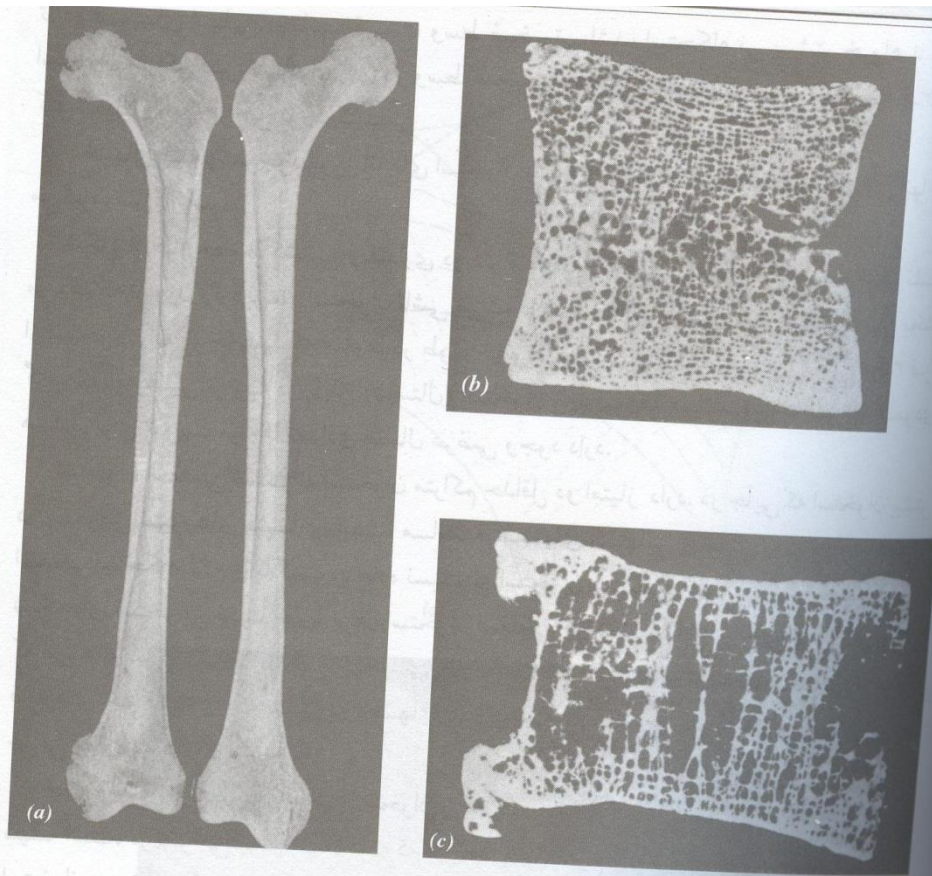
ارتباط بین شکل فیزیکی استخوان و تحمل فشار



شکل ۳-۵. انواع مختلف تیرها که تحت تأثیر نیروی F قرار گرفته‌اند. (a) در یک تیر ساده مستطیل شکل، بیشترین فشار به حوالی بخشهای بالا و پایین وارد می‌شود. در وسط تیر، فشار ناچیزی وجود دارد؛ (b) چون فشار در ناحیه میانی کم است، از تیری که در آن قسمت ماده کمتری دارد، یعنی از یک تیر I شکل، می‌توان استفاده کرد؛ (c) یک تیر استوانه‌ای یا لوله‌ای را می‌توان همانند میله I چرخانده شده‌ای در نظر گرفته که در آن باریکه وسط از میان برداشته شده است. از این نوع تیر هنگامی استفاده می‌شود که امکان وارد شدن نیرو از هر جهتی وجود داشته باشد.

ارتباط شکل داخلی استوانه با تحمل فشار

- استوانه های تو پر قویترند یا استوانه های توخالی؟
- علت توخالی بودن استخوان های بلند.
- فشردن نی از دو طرف باعث جمع شدن آن در قسمت میانی می شود. در نتیجه برای تحمل بالاتر باید قسمت میانی استخوان های استوانه ای از انتهاها ضخیمتر باشد. مانند استخوان ران.



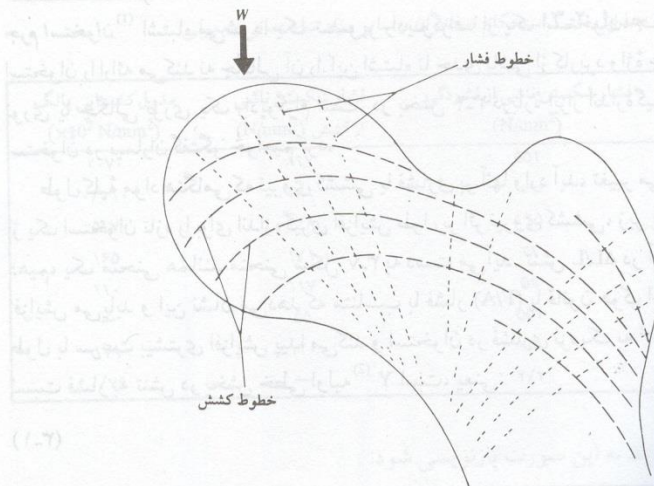
شکل ۴-۳. (a) برش عرضی استخوان ران یک فرد بزرگسال؛ (b) برش عمودی یک مهره طبیعی؛ (c) برش عمودی مهره یک زن ۱۰ ساله مبتلا به پوکی استخوان. به چگونگی ترتیب و آرایش استخوان متراکم و اسفنجی توجه کنید.

جدول ۱-۳. ترکیب استخوان متراکم

استخوان متراکم ران به درصد	عنصر
۳/۴	H هیدروژن
۱۵/۵	c کربن
۴	N نیتروژن
۴۴	O اکسیژن
۰/۲	Mg منیزیم
۱۰/۲	P فسفر
۰/۳	S گوگرد
۲۲/۲	ca کلسیم
۰/۲	سایر ترکیبات

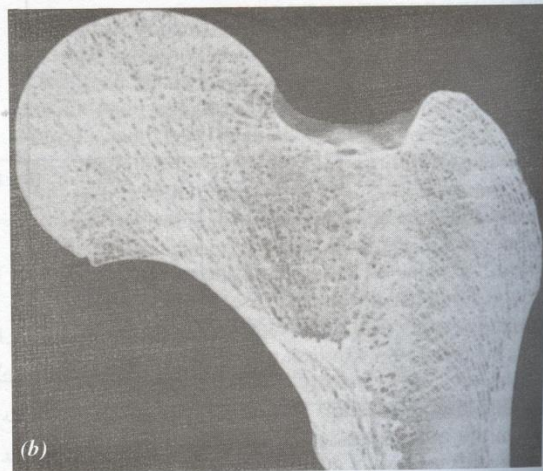
شبکه میله ای Trabeculae

- شبکه میله ای یا تراپکولای استخوان ها دو نقش اساسی در استخوان دارند:
 ۱. خطوط انتقال ، فشار را به نقاطی که تحمل فشار بالاتری دارند منتقل میکنند.
 ۲. خطوط کششی باعث تقویت خطوط فشاری می شوند



$$AL = \frac{IF}{AY}$$

(a)



شکل ۳-۶. سروگردن استخوان ران؛ (a) خطوط فشاری و کششی حاصل از وزن W بدن؛ (b) یک برش عرضی نشان‌دهنده الگوهای میله‌ای طبیعی است؛ توجه کنید که این میله‌ها و الگوی قرار گرفتن آنها مشابه خطوط فشاری و کششی هستند.

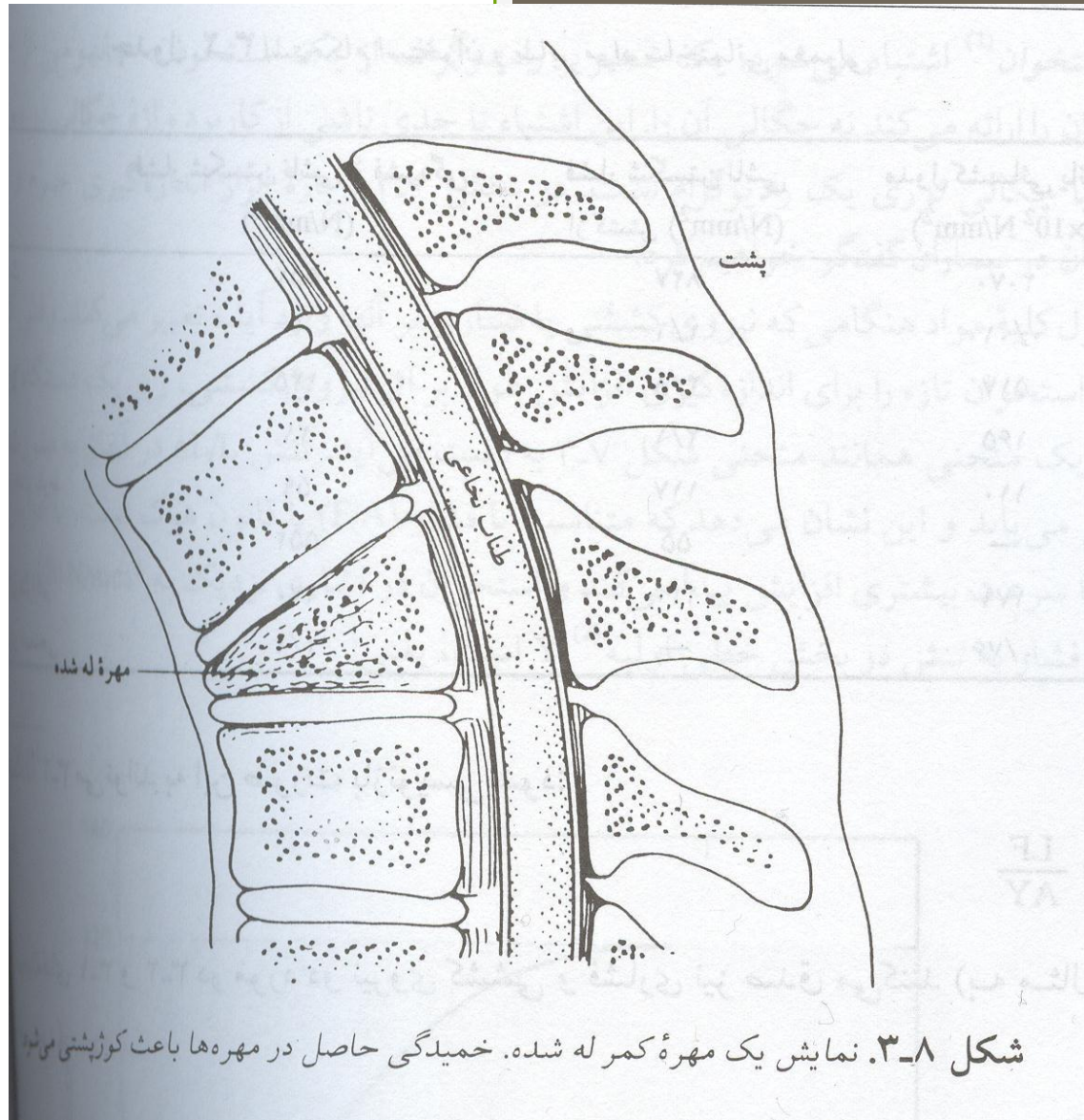
مقایسه فیزیکی استخوان اسفنجی با استخوان متراکم

● مزایای استخوانهای اسفنجی:

۱. درجایی که استخوان در معرض نیروهای فشاری است مانند ستون مهره ها ، استحکام لازم را با کمترین مواد موجود دارد.
۲. در هنگام راه رفتن و دویدن خم پذیری بیشتری دارند.

● عدم مزیت

۱. نمی توانند فشار به قسمت مرکزی را به خوبی استخوان های دراز تحمل کنند



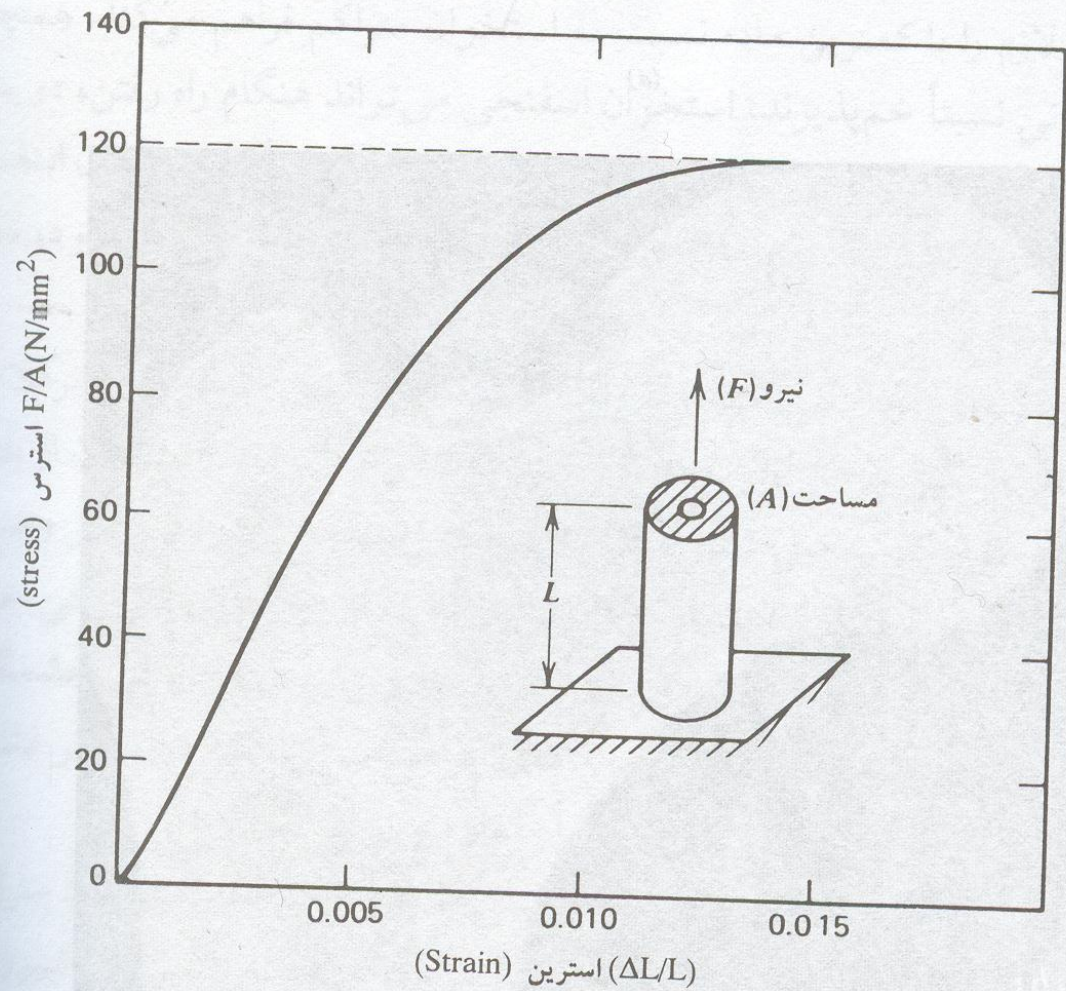
شکل ۸-۳. نمایش یک مهرهٔ کمر له شده. خمیدگی حاصل در مهره‌ها باعث کورپشتی می‌شود.

اندازه گیری های فیزیکی و مهندسی روی استخوان

○ طول استخوان ها وقتی که تحت تاثیر stress (نیروی فشاری) و یا (tension) کشش قرار می گیرد دچار تغییر می شود.

۱. نیروی تنش یا کشش ، در ابتدای شروع تاثیر ، از قانون هوک پیروی میکند یعنی با افزایش کشش طول استخوان بصورت خطی زیاد می شود (F/A) که در آن نیرو یا F بر حسب نیوتون (N) و سطح یا (A) بر حسب واحد میلیمتر مربع محاسبه می شود.

۲. با افزایش بیشتر کشش ، منحنی از مدل یانگ (Young) پیروی میکند. یعنی طول به صورت غیر خطی اضافه شده و در نهایت باعث شکسته شدن استخوان می شود. Young's module ▲



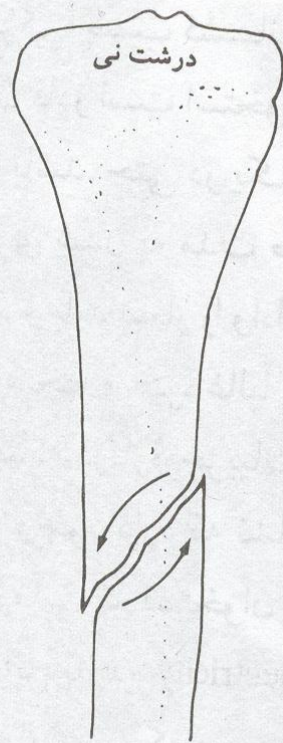
شکل ۷-۳. هنگامی که بر قطعه‌ای استخوان فشار افزایش داده و وارد آید، فشار $\Delta L/L$ در آغاز به صورت خطی افزایش پیدا می‌کند (قانون هوک) و سپس به سرعت تا درست پیش از شکستن به حدود $120 N/mm^2$ افزایش می‌یابد.

فرمول یانگ

Young's Module

- $Y = LF / \triangle LA$
- $Y = \text{Young}$
- $L = \text{length}$
- $F = \text{Force}$ (نیوتون)
- $\triangle L =$ تغییرات طول بر حسب میلیمتر
- $A =$ اندازه سطح بر حسب ملیمترمربع

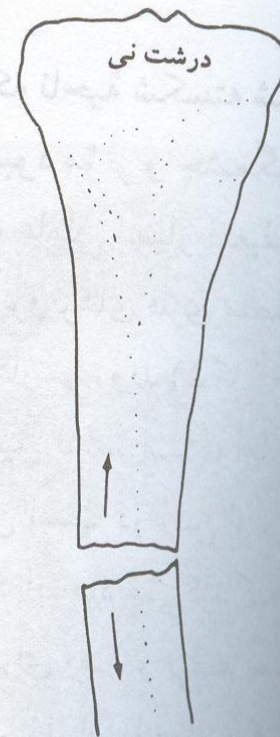
۱. با توجه به فرمول فوق استخوان های متراکم قادرند نیروی استرس (فشاری) معادل ۶ تن را به شرط آنکه برشی یا پیچشی نباشند را تحمل کنند
۲. تحمل استخوان ها در برابر نیروهای فشاری بیشتر از کششی است



(a)



(b)



(c)

شکل ۹-۳. شکستگیهای درشت نی. (a) نمایی از یک شکستگی ماریچ حاصل از لیز خوردن لایه‌ها روی هم یا خم شدن (پیچیدن)؛ (b) یک تصویر پرتو رونتگن از یک شکستگی ماریچ حاصل از برش؛ (c) یک شکل شماتیک از شکستگی حاصل از کشش در درشت نی

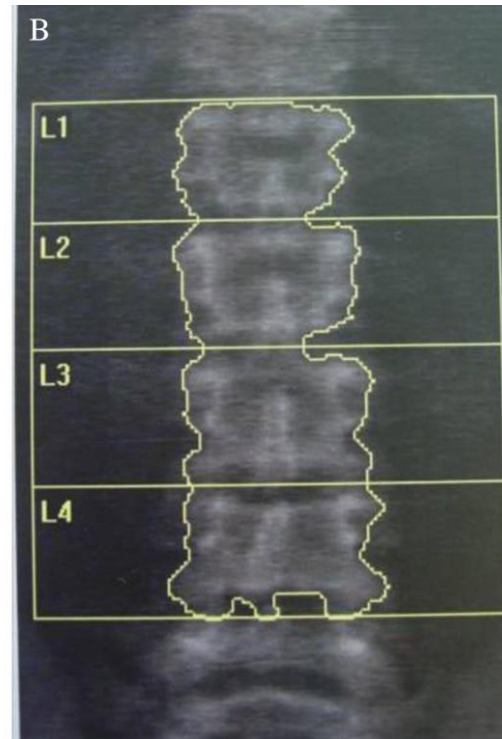
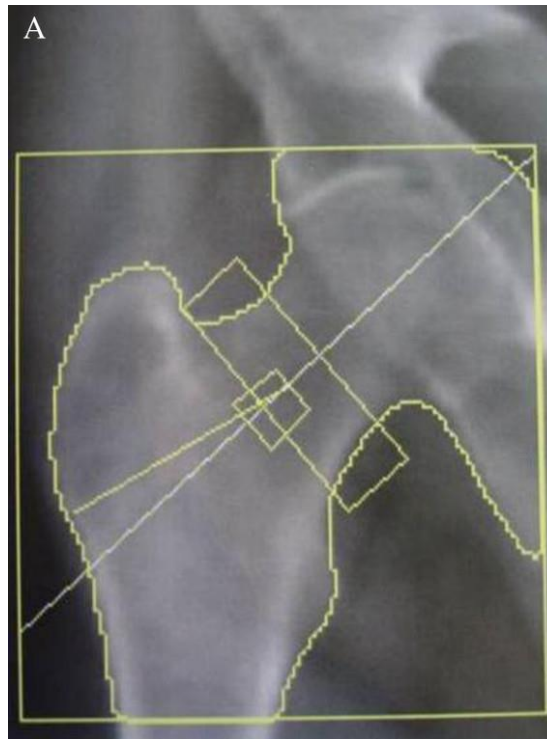
تأثیر زمان در هنگام افتادن

- طبق قانون دوم نیوتون نیروی وارد شده در هنگام برخورد به زمین یا افتادن برابر سرعت **تغییر** مومنتوم (اندازه حرکت) می باشد.
- (مومنتوم = اندازه حرکت = جرم × سرعت)
- **تغییر** مومنتوم (زمان / اندازه حرکت)
- در نتیجه هرچه زمان برخورد به زمین طولانی تر باشد احتمال شکستگی و آسیب کمتر می شود (مقدار تغییر مومنتوم کمتر می شود).
- از این رو چتربازان در هنگام زمین خوردن با غلطیدن بر روی زمین مدت زمان برخورد با زمین را طولانی تر می کنند. (تغییر مومنتوم را کم میکنند)

اندازه گیری تراکم استخوان

- تراکم استخوان امروزه به وسیله دستگاه های Bone Densitometry Mineral (BMD) انجام می گیرد.
- روش فوق DEXA یا DXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry) نیز نامیده می شود. و جهت تعیین استئوپروز بکار میرود
- اندازه گیری توسط CT Scan نیز در صورت داشتن نرم افزار مربوطه مقدور است
- روشهای سونوگرافیک با دستگاههای خاص نیز بوجود آمده است.
- روش های پزشکی هسته ای نیز وجود دارد که در آن می توان نوع بیماری متابولیک را که استخوان به آن دچار شده است را تعیین نمود

تصاویر DXA



Quiz

- اندازه گیری تراکم استخوان با دستگاه های...انجام میشود.
- روش اندازه گیری به اختصار... نامیده می شود.

گرما و سرما در پزشکی

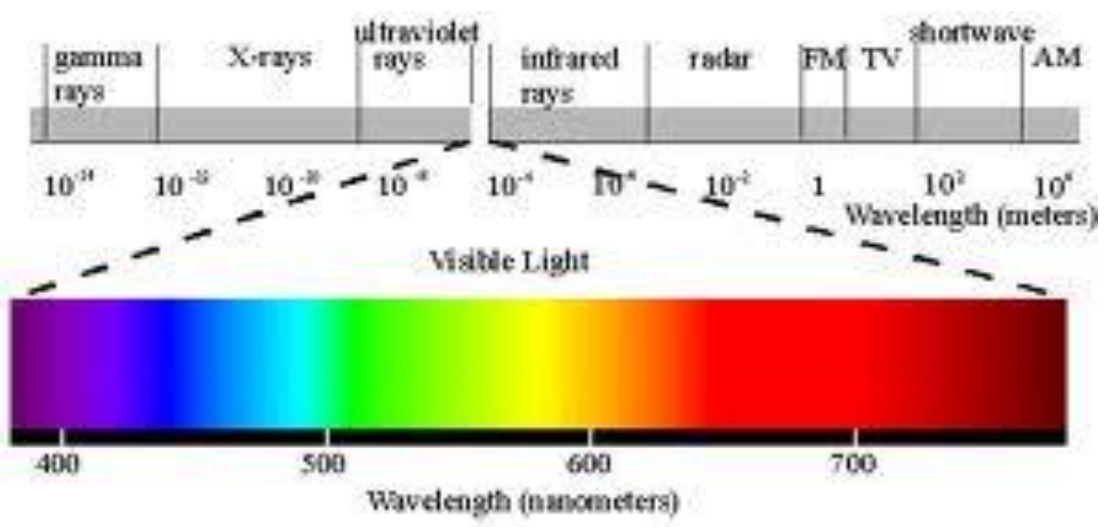
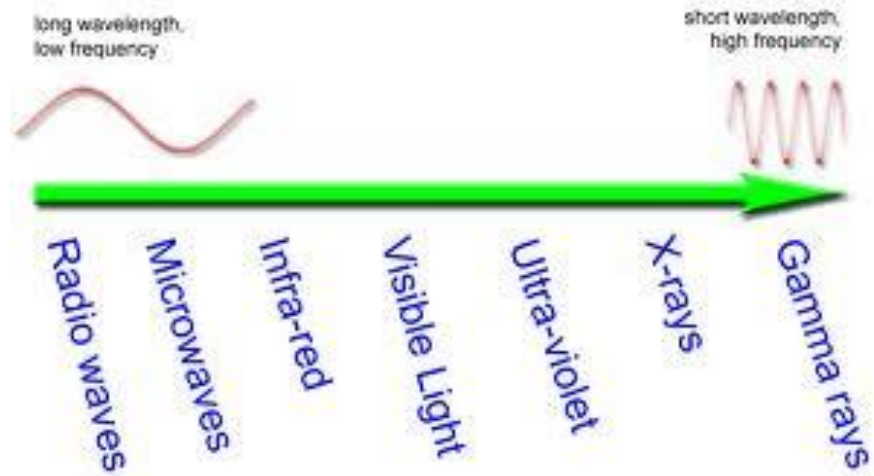
- سابقه تاریخی
- گالن، پزشک دوران باستان: آب گرم و روغن
- بقراط Hyppocrate: استفاده از مواد سرد

معنی فیزیکی گرما و سرما

- معنی فیزیکی گرما (Heat): بالا رفتن جنبش مولکولی ← جامد ← مایع ← گاز ← یون
- معنی فیزیکی سرما (Cold): پایین آمدن جنبش مولکولی ← مایع ← جامد

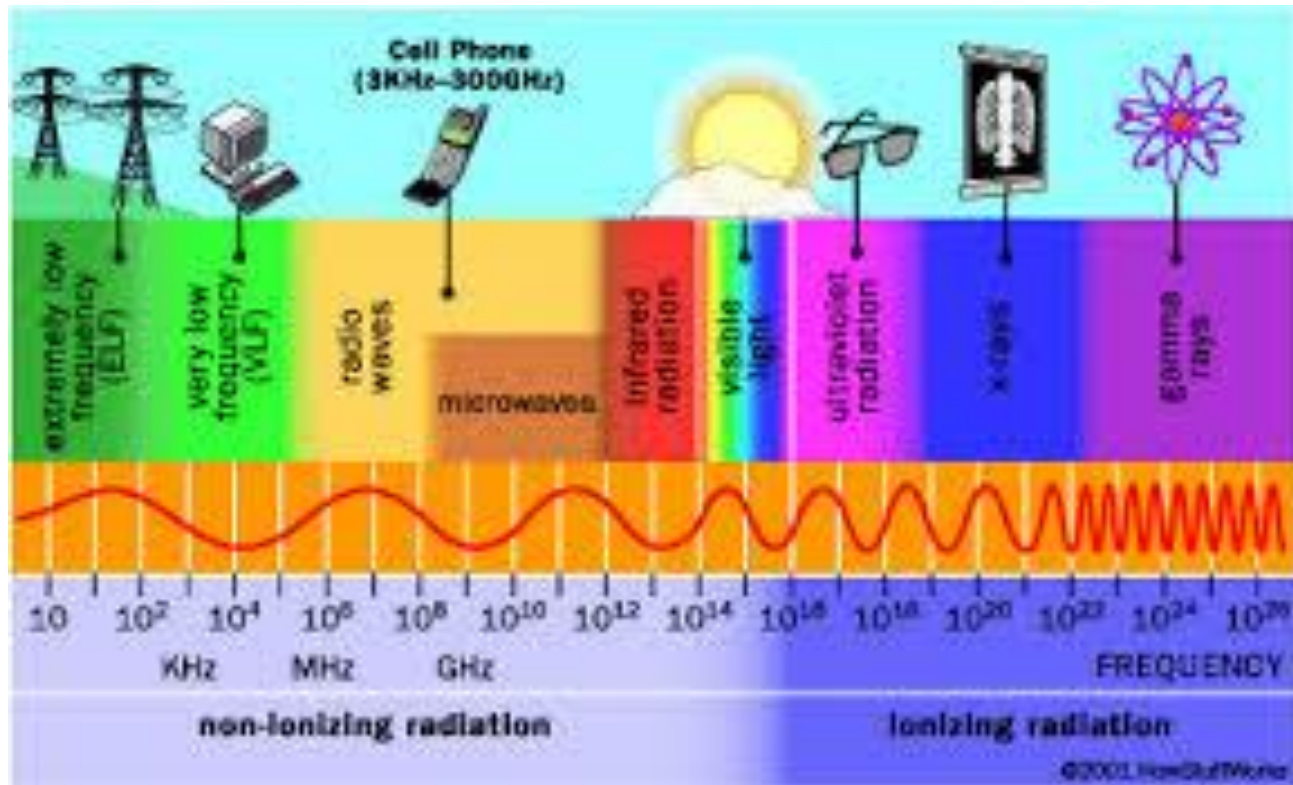
واحد های اندازه گیری دما

- در سیستم SI واحد اندازه گیری دما: سانتیگراد با علامت (C): آب بعنوان معیار انتخاب شده صفر، دمای انجماد ۱۰۰ دمای جوش و ۳۷ درجه دمای نرمال بدن (مقعدی) می باشد.
- در درجه بندی علمی کلوین (K) نیز بکار گرفته می شود: صفر مطلق کلوین معادل ۲۷۳,۱۵- سانتیگراد است.
- بنابراین آب در ۲۷۳,۱۵ کلوین یخ میزند.
- و چون سیستم با شباهت به SI با درجه بندی مشابه ده دهی تقسیم شده است در ۲۷۳,۱۵ کلوین می جوشد.
- دمای طبیعی بدن ۳۱۰ درجه کلوین می باشد



[Table of Contents](#)

[Visual Stimulus](#)



شیوه های اندازه گیری دما

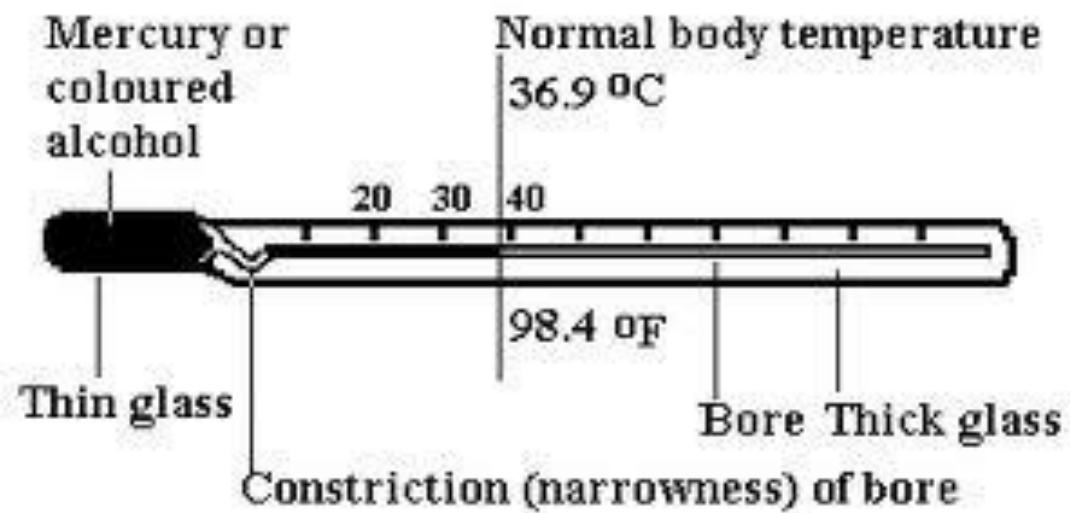
- لمس پیشانی با دست (Accuracy, Reproducibility)
- دماسنج شیشه ای دارای جیوه یا الکل Medical glass thermometer
- ترمیستور Thermistor
- ترموکوپل Thermocouple

دماسنج شیشه ای

Medical Glass Thermometer

- با انبساط مایع کار می کند.
- میزان انبساط مایع موجود درون ترمومتر به نوع مایع بستگی دارد.
- ضریب انبساط شیشه و مایع متفاوت است.
- هرچه قطر لوله موینه کمتر باشد حساسیت دماسنج بیشتر است.
- خمیدگی بالای حباب مانع از بازگشت مایع پس از بالا رفتن از لوله موینه می شود.

23.7.02 Clinical thermometer



روش استفاده از دماسنج شیشه ای

- تب سنج را بصورت ۱) مقعدی ۲) زیربانی ۳) زیر بغلی استفاده می نمایند.
- دماسنج شیشه ای در دقایق اول استقرار در محل خود باعث افت دمای بافت می شود، از این رو مدتی بای صبر نمود و سپس درجه را قرائت نمود.
- دقت دماسنج شیشه ای ۰,۱ است که به آن اصطلاحاً عشر می گویند.

ترمیستور

Thermistor(thermal+Resistor)

- ترمیستور یک **مقاومت** ویژه است که با تغییرات دما به سرعت تغییر می کند.

- میزان تغییرات به ازای هر درجه ۵درصد می باشد.

روش عملکرد ترمیستور

- ابتدا چهار مقاومت ترمیستور با هم مساوی هستند.(پل تعادل دارد).

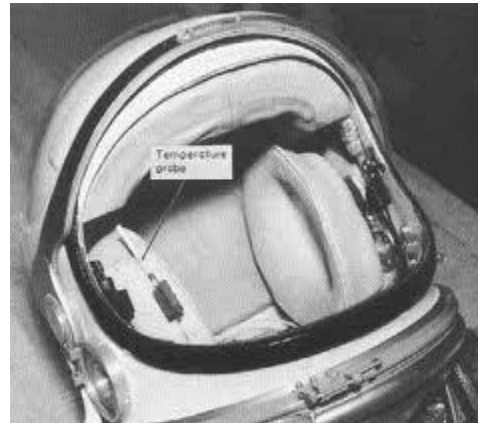
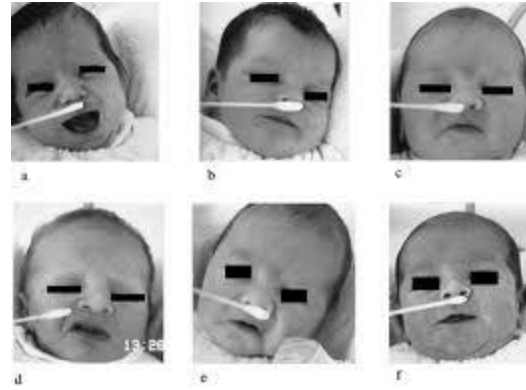
- تغییر دما باعث بهم خوردن تعادل با تغییر مقاومت می شود.

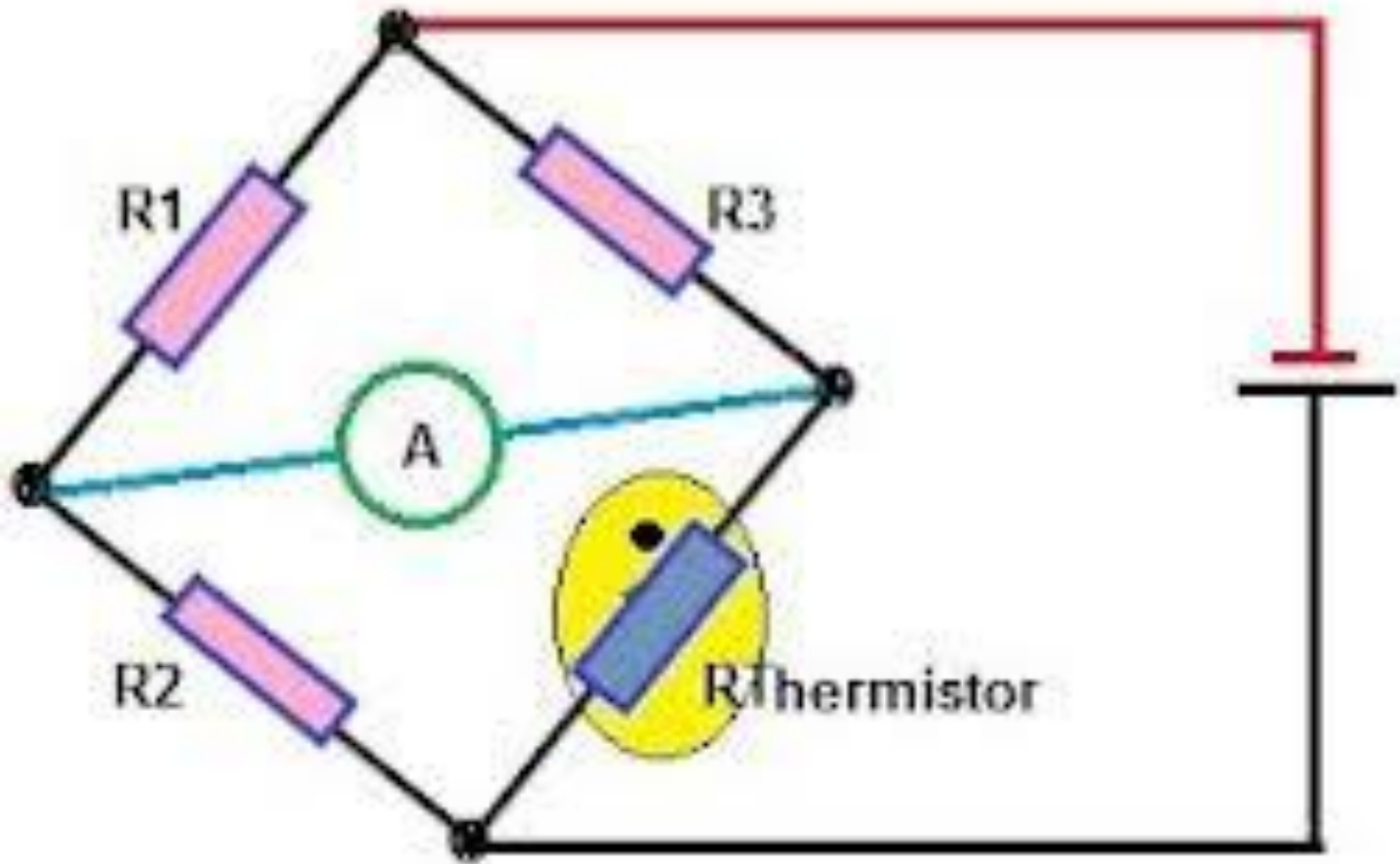
- برهم خوردن تعادل در پل ترمیستور باعث می شود ولتاژها در هر پایانه نامساوی شده و باعث گذر جریان از ولت متر می شود.و از انحراف ولت متر می توان برای نمایش دما استفاده کرد.

روش استفاده از ترمیستور

- ترمیستور را اگر درون بینی بیمار بگذارند اختلاف دمای دم و بازدم را نشان می دهد. (در این حالت ریه نگار pneumograph نامیده می شود).
- دقت نمودگراف حدود 0.1 ، 0.01 سانتیگراد است.

Shown with ON-403-PP Probe
Sold separately





ترموکوپل

Thermocouple

- شامل دو اتصال از دو فلز مختلف است.
- هر اتصال در یک دمای متفاوت قرار دارد.
- ولتاژ تولید شده به اختلاف دما بستگی دارد.
- یکی از اتصالات در دمای مرجع (حمامی از آب و یخ) قرار دارد. و اتصال دیگر جایگاه اندازه گیری دما می باشد.
- یکی از اتصالات از مس و دیگری از جنس کنستانتین است.
- ترموکوپل ها را می توان به گونه ای ساخت که دمای یک سلول را اندازه گیری کند.

Thermocouple



تاریخچه ترموگرافی

- در سال ۱۹۵۰ مشخص شد که در ناحیه ای از پستان که سرطان وجود دارد دما ۱ درجه سانتیگراد بیشتر از سایر نقاط مجاور می باشد.
- این روش برای اسکرینینگ بکار می رفت (sensitivity بالا و specificity پایین)
- دستگاه های اولیه با Gray Scale و بصورت سیاه سفید تولید تصویر می نموده اند.

تعریف ترموگرافی

به اندازه گیری تابش گرمایی خارج شده از بدن و تبدیل آن به تصویر ترموگرافی گویند.

Quiz

- تاثیر زمان در هنگام برخورد با زمین را شرح دهید.
- تعریف ترموگرافی را بنویسید.

فیزیک دمانگاری

Thermography Physics

- با اندازه گیریدمای سطح بدن متوجه می شویم دما از یک نقطه به نقطه دیگر متفاوت می باشد.
- دلایل اختلاف دما در نقاط مختلف بدن عبارت است از
 ۱. عوامل فیزیکی بیرونی
 ۲. سوخت و ساز درونی
 ۳. گردش خون
- همه اجسام صرف نظر از دمایشان پرتو گسیل می کنند.
- اگر میزان دما بالا باشد تابش قابل دیدن است.
- از بدن گرمای فرو سرخ (Infra Red=[IR) تولید می شود که نامرئی است.
- طبق معادله پلانک پرتو خارج شده قابل توضیح است.

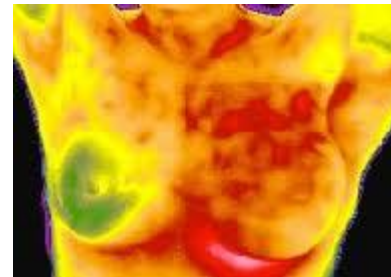
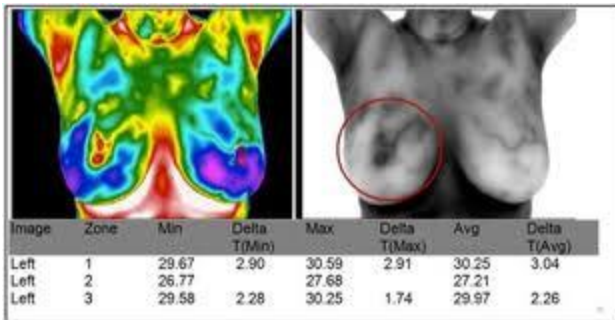
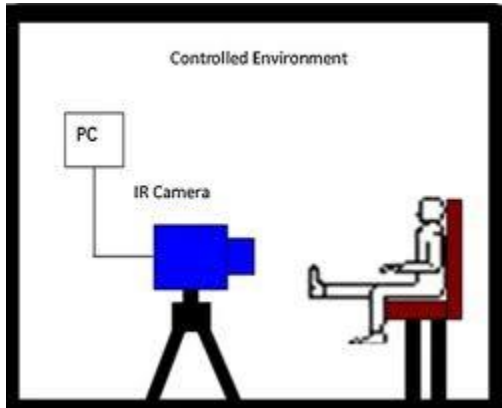
نکات موثر در تصویربرداری به شیوه ترموگرافی

- در ناحیه ای از بدن که تصویربرداری می شود نباید لباس باشد.
- دمای قسمت‌های مختلف اتاق باید یکنواخت باشد.
- بیمار باید کاملاً بی حرکت باشد. (ناواضحی حرکتی).
- دستگاه کاملاً بی حرکت باشد. (ناواضحی حرکتی)

دستگاه ترموگرافی پزشکی

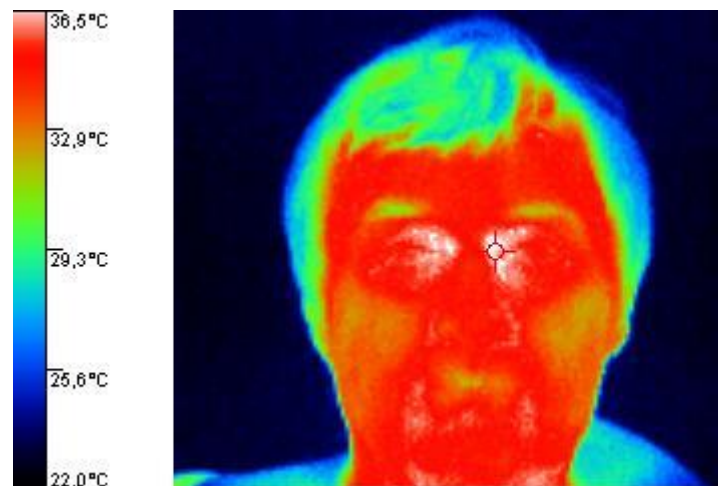
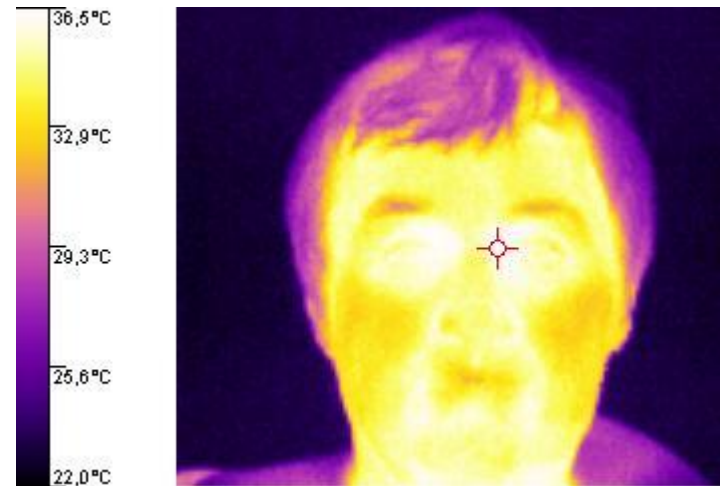
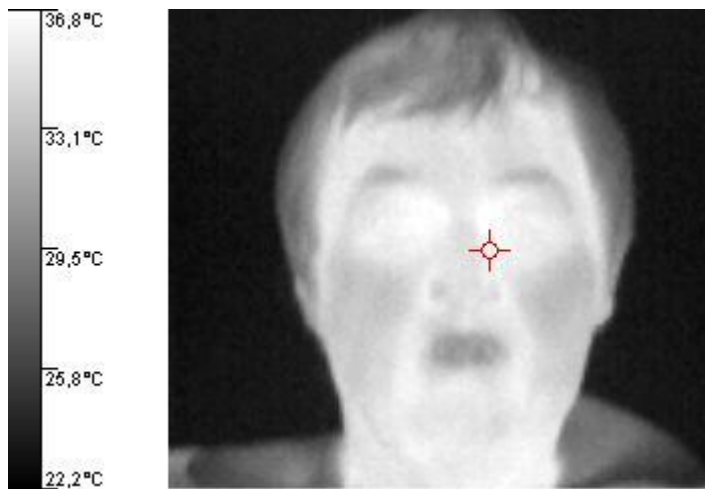


نمونه ای از تصاویر ترموگرافی

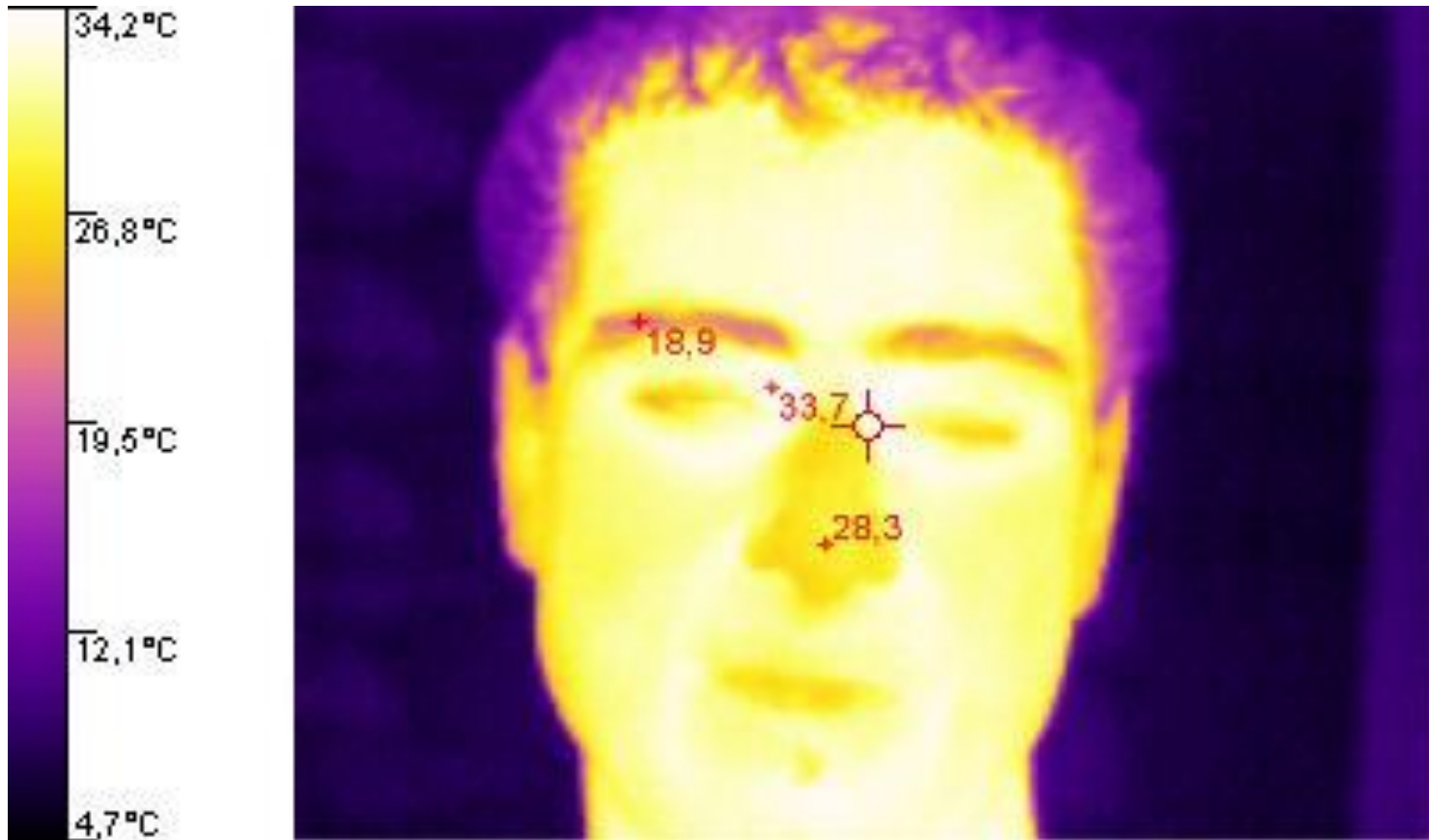


Clinical Thermograms

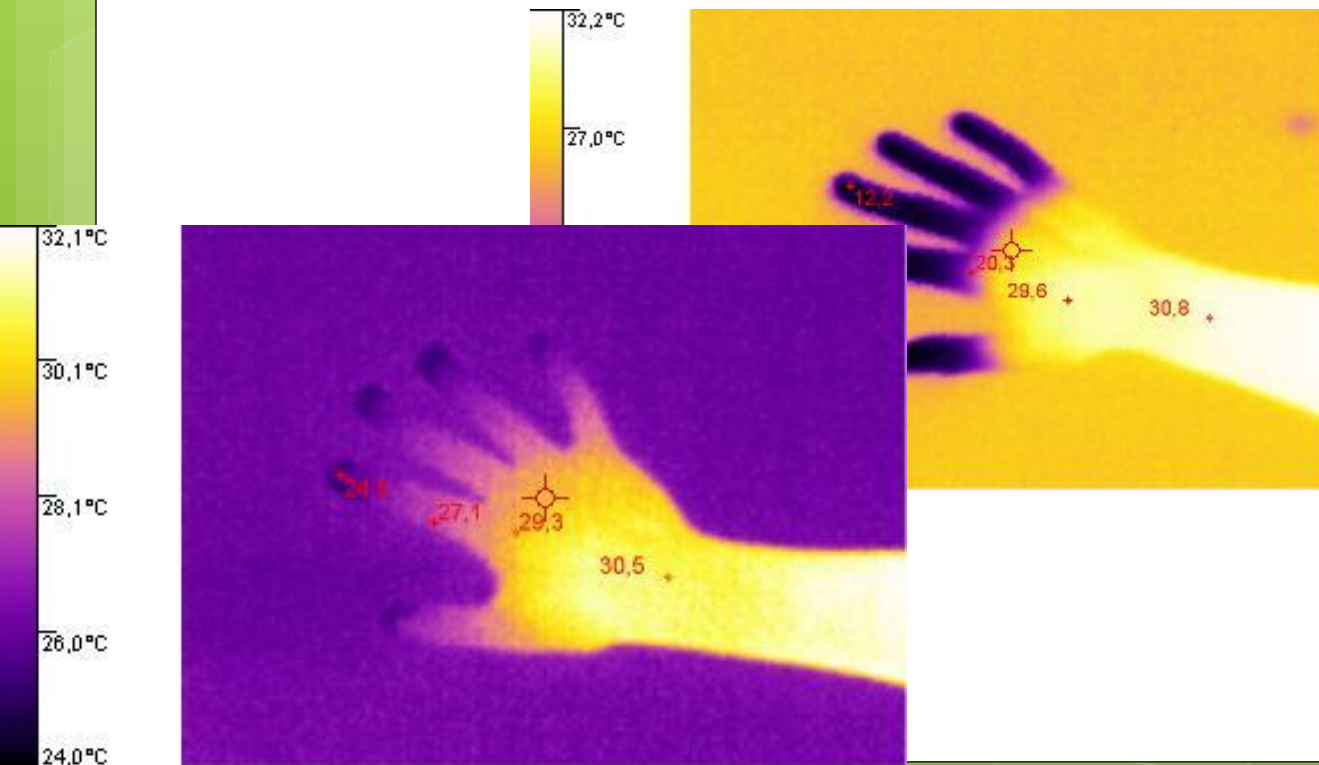
Different palettes of colours (Fluke)



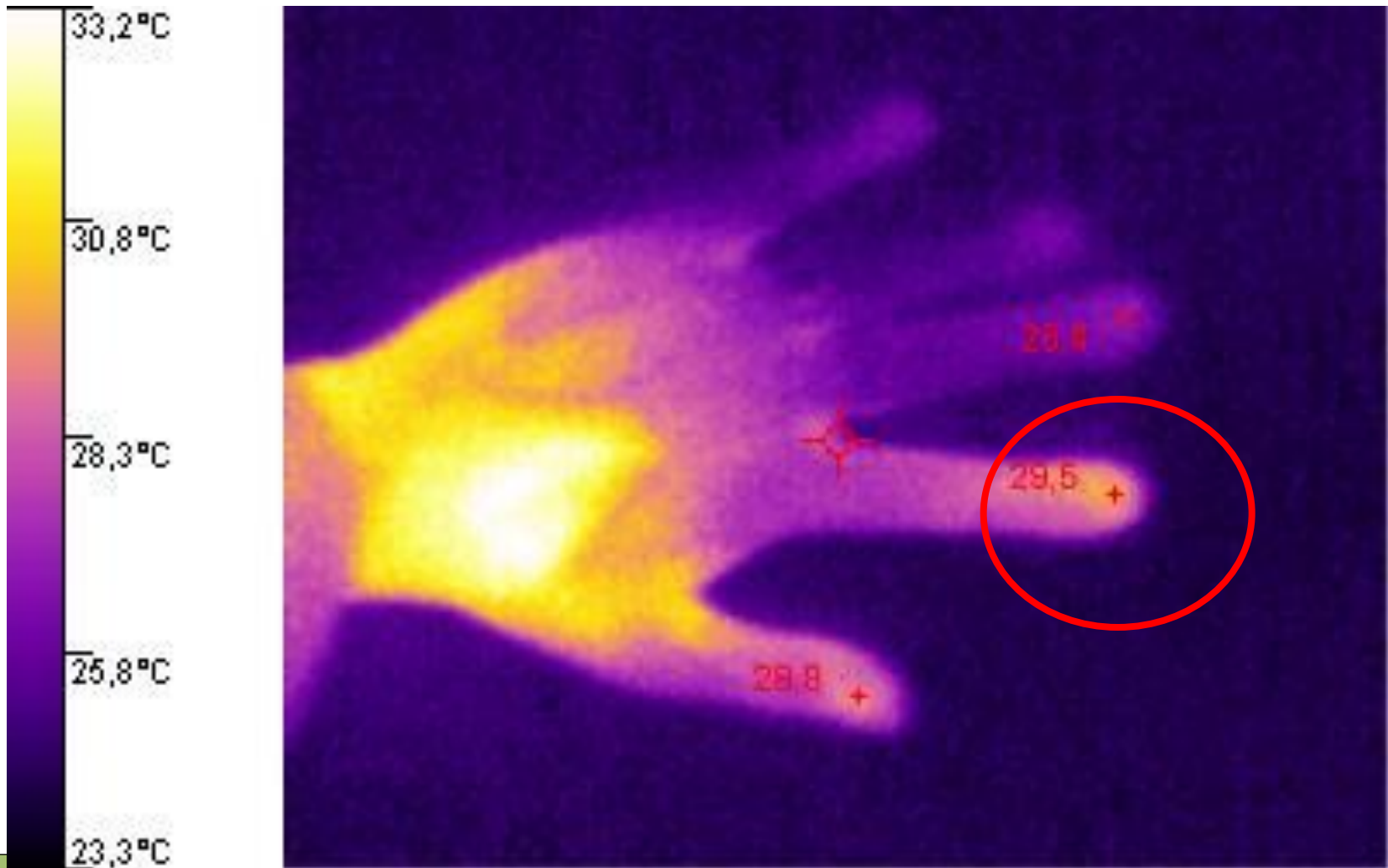
Human face (Fluke)



Thermogram of fingers before and after cold test (Fluke)



Finger inflammation after a small injury (FLUKE Ti30)



Varicosity of lower limbs (Fluke)



Knee inflammation



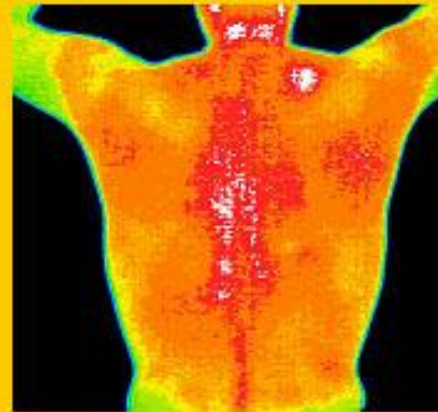
Myofascial Trigger Point Upper Right Levator Scapula

Diffuse Patterns Of Hyperthermia Over Central Spine

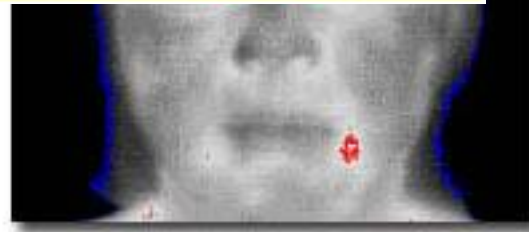
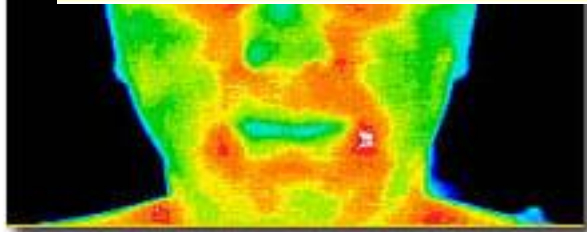
Cervical Inflammation



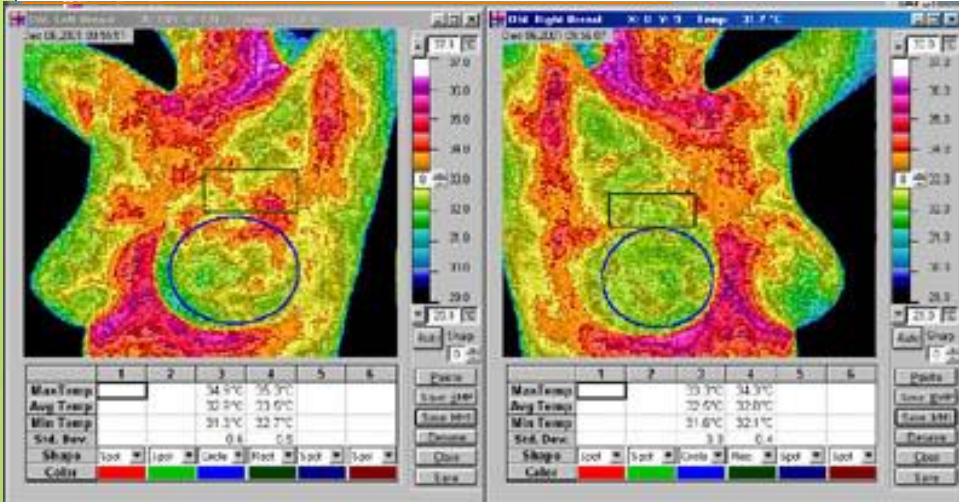
Isotherm Palette



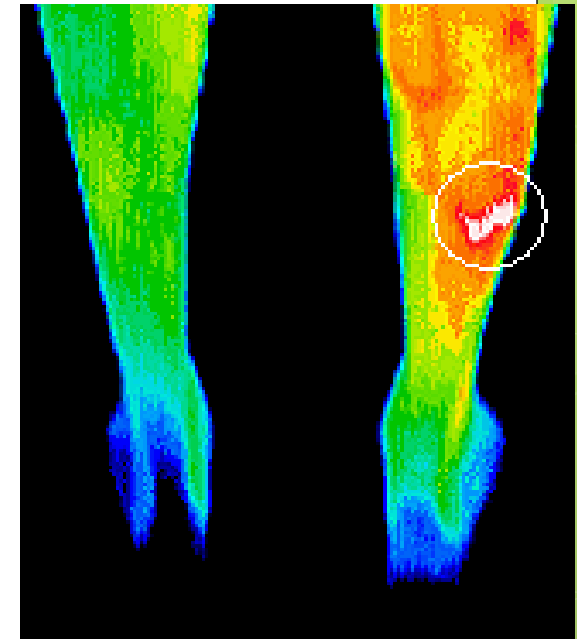
Standard Color Palette



www.mhs5000.com/software.htm



Stress fracture on football player
X-ray showed no abnormality, thermography correlated well with the patients report of pain and provided justification for the more invasive test of scintigraphy which clearly showed a stress fracture in the exact location indicated by the thermogram.

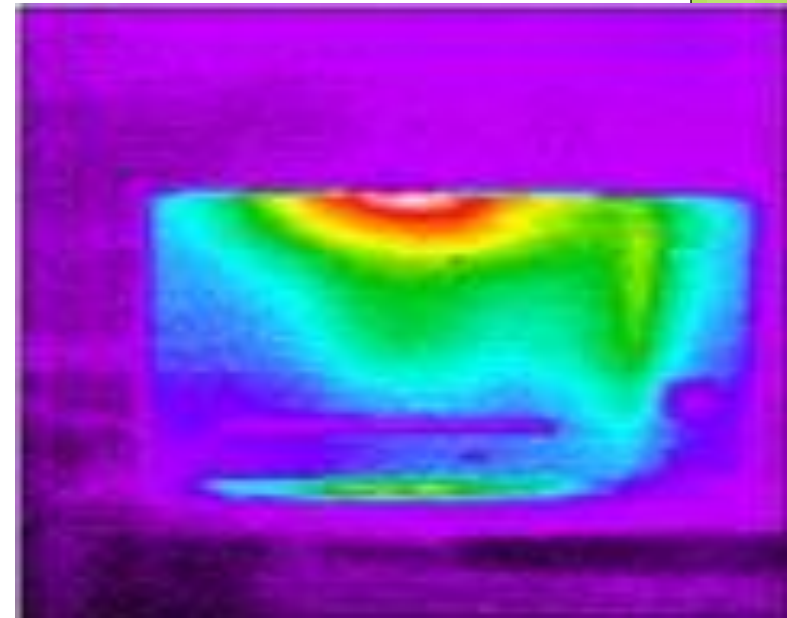


www.dititexas.com/page6.html



Use of the IR Camera for Safety Studies

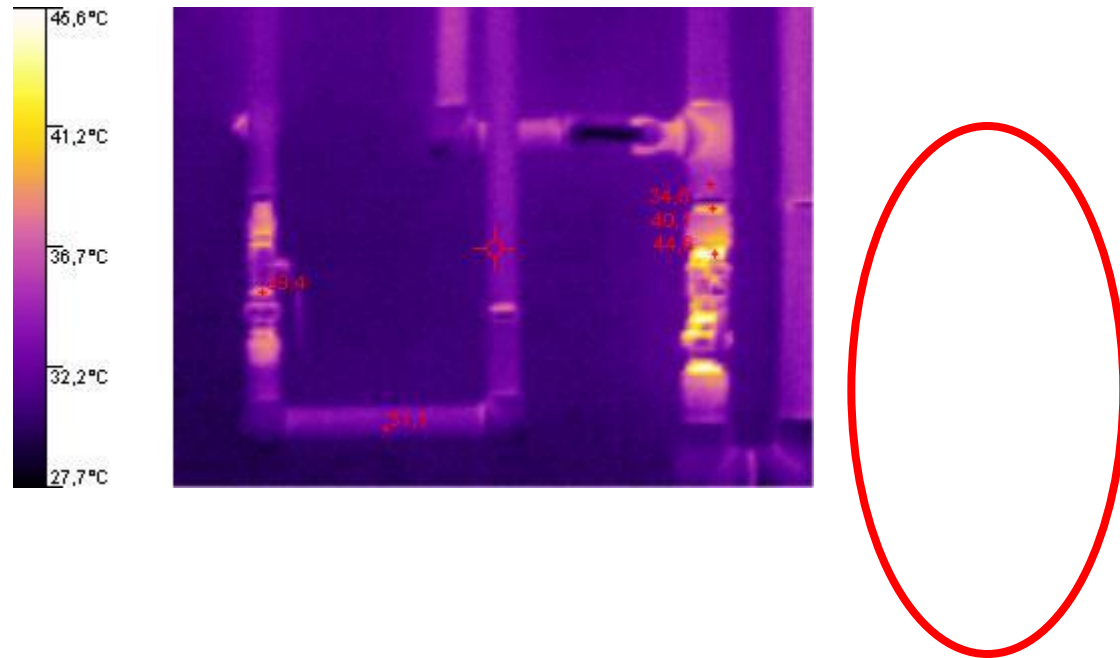
Oven leaking heat – checking heat devices



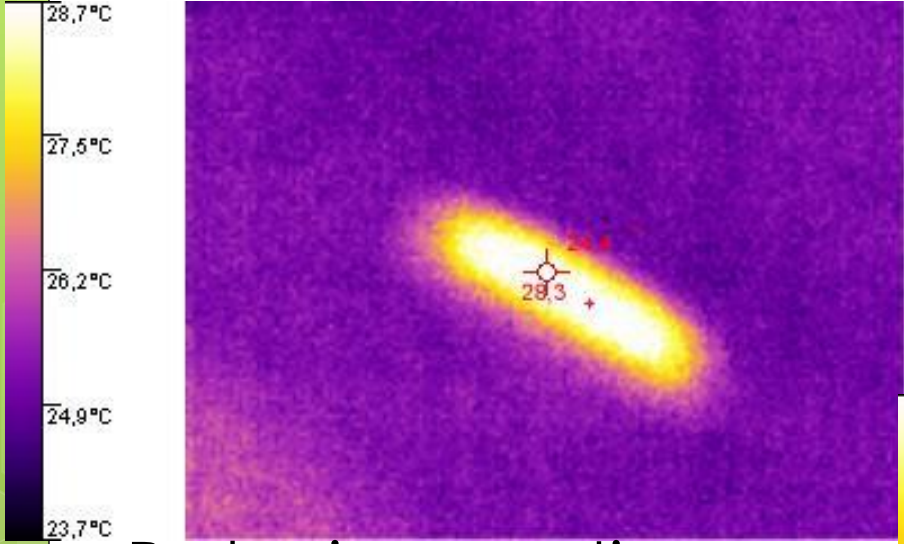
Overheated cable



Low quality insulation of a warm water piping in area of joints (Fluke)

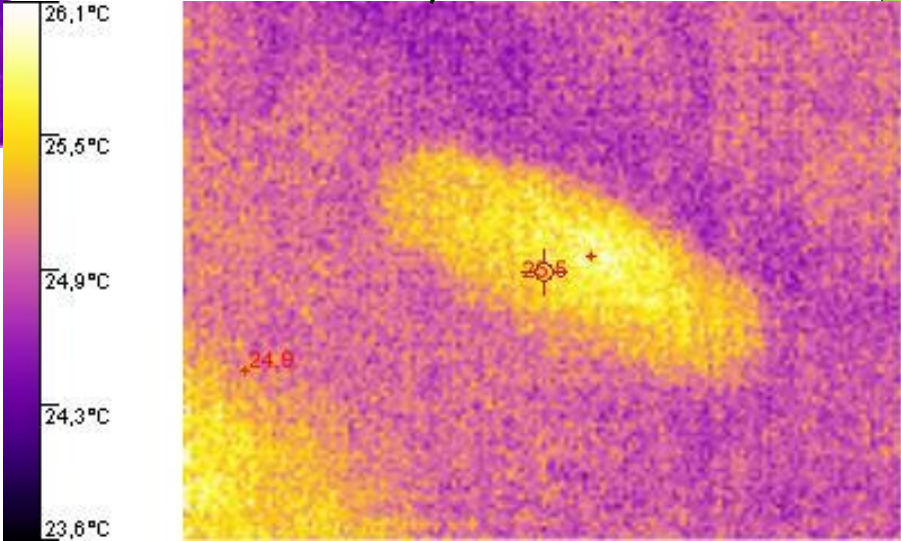


Ultrasonographic probe (Fluke)

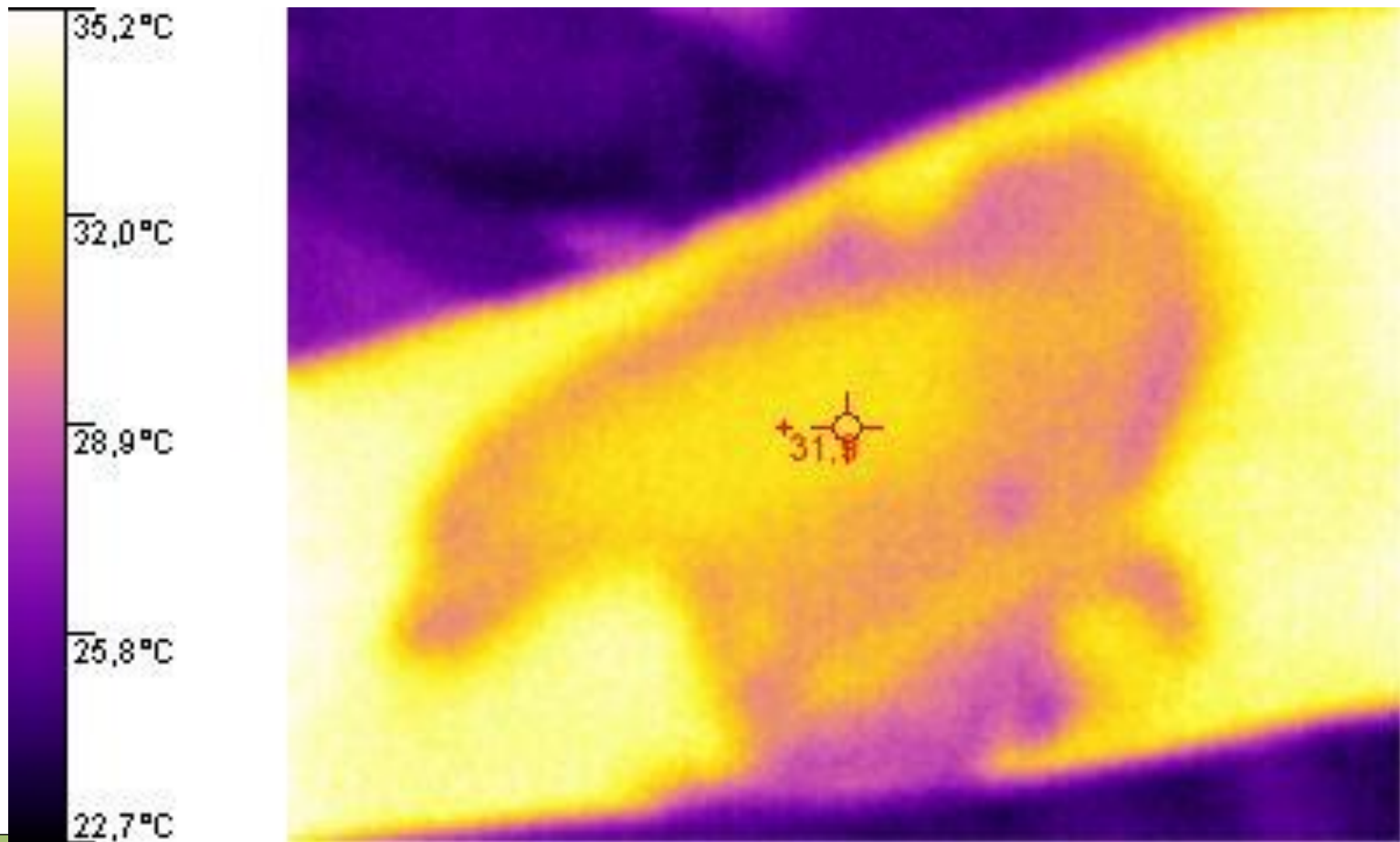


Probe in operation
28,3 °C

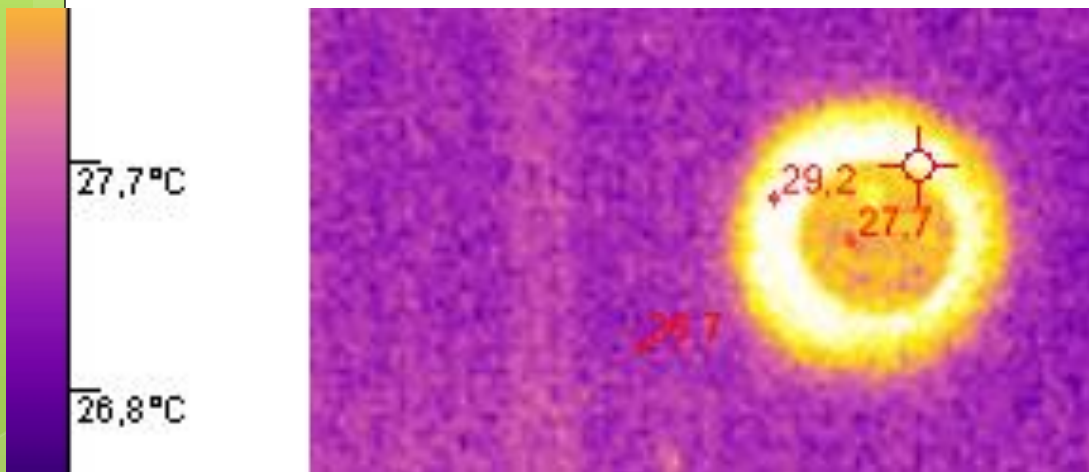
Probe „frozen“
26,5 °C



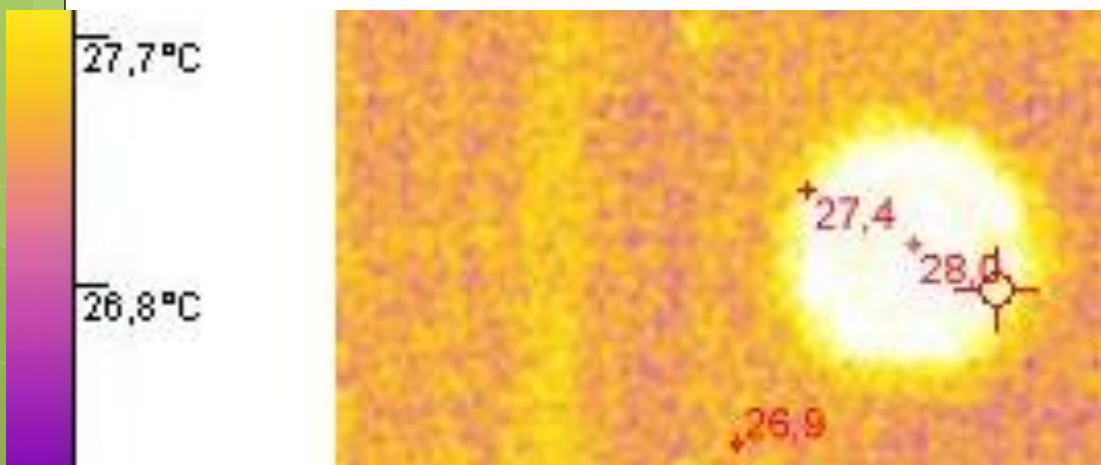
Thermal spot left by ultrasonographic probe on the forearm + cooling effect of the coupling gel (Fluke)



Ultrasound therapy application head (Fluke)



Intensity $0,5 \text{ W/cm}^2$
Head temperature $27,7 \text{ }^\circ\text{C}$.
Head rim temperature $29,2 \text{ }^\circ\text{C}$
Surrounding area $26,7 \text{ }^\circ\text{C}$



Intensity 2 W/cm^2
Head temperature $28 \text{ }^\circ\text{C}$
Head rim temperature $27,4 \text{ }^\circ\text{C}$
Surrounding area $26,7 \text{ }^\circ\text{C}$

گرمادرمانی

- سابقه: اثرات حمام گرم در ایجاد احساس سلامتی رضایت و نشاط.
- دو اثر اولیه درمانی در ناحیه گرم شده:
 ۱. افزایش متابولیسم (سوخت و ساز) ← ایجاد گرما در ناحیه ← گشاد شدن عروق ناحیه (Vasodilation)
 ۲. افزایش جریان خون ← ترمیم سریعتر بافت ناحیه صدمه

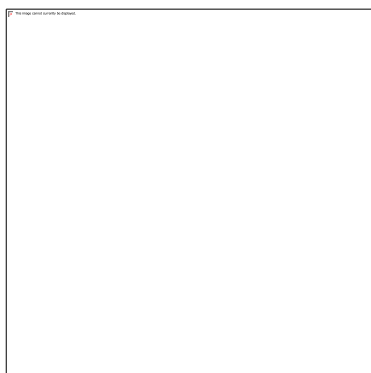
روش‌های فیزیکی تولید گرما

- (۱) تولید گرما به روش رسانایی
- (۲) تولید گرما با امواج فرسرخ (Infra Red = IR).
- (۳) دیاترمی با امواج الکترو مغناطیسی.
- (۴) دیاترمی با امواج اولتراسوند.

(۱) روش رسانایی conductive

- در زمان تماس گرما از جسم گرم تر به جسم سردتر منتقل می شود.
- انتقال گرما به موارد زیر وابسته است:
 ۱. سطح تماس.
 ۲. اختلاف دما.
 ۳. زمان تماس.
 ۴. رسانایی اجسام در تماس

نمونه هایی از روش رسانایی



- گرمابه ها
- کیسه های آب گرم
- تشک های برقی
- پارافین گرم

مکانیزم اثر روش رسانایی

○ در این روش:

۱. سطح بافت گرم می شود.
۲. گردش خون گرما را به عمق هدایت میکند.

موارد استفاده

- آرتریت (التهاب مفاصل). Arthritis.
- نوریت (التهاب عصب) Neuritis
- پیچ خوردگیها Sprain
- کشیدگیها Strain
- ضرب دیدگی Trauma
- سینوزیت Sinusitis
- کمردرد (LBP) Low Back Pain

۲) گرم کردن با امواج فرسرخ Infra Red (IR)

- همان شکلی از گرماست که از خورشید یا آتش حس می کنیم.
- سیم پیچ های لامپ های روشنایی 250 وات نیز تولید امواج IR می کنند.
- IR مورد استفاده بین ۴۰۰۰۰-۸۰۰۰ nM طول موج است.
- ضریب نفوذ 3mm

عوارض استفاده ناصحیح IR

- سرخی پوست Erythema
- تورم Edema
- قهوه ای شدن پوست
- سخت شدن پوست



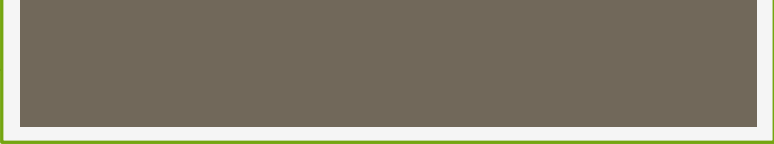
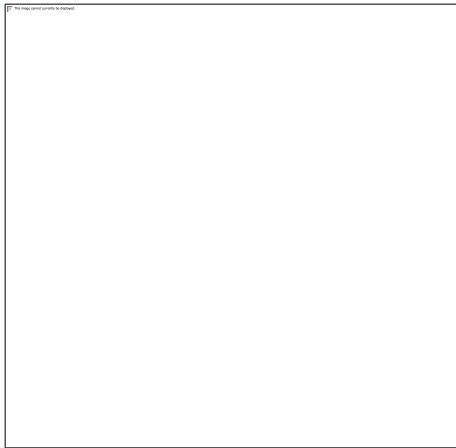
۳) روش دیاترمی Diathermia

○ دیاترمی الکترو مغناطیسی:

۱. دیاترمی موج کوتاه

۲. دیاترمی ریز موج

○ دیاترمی اولتراسونیک



دیاترمی موج کوتاه

Short Wave Diathermia

(S.W.D)

- در این روش از امواج رادیویی با طول موج ۱۰ متر استفاده می شود.
- میزان نفوذ در این روش از روش رسانایی و IR, بیشتر است. در نتیجه برای گرم کردن اعماق بیشتر استفاده می شود.

انواع روش های SWD

- قسمت تحت درمان بین دو الکتروود بشقابی قرار می گیرد که بین آنها اختلاف پتانسیل با فرکانس بالا وجود دارد.
- در این روش بافت همانند الکتروولیت عمل کرده و گرم می شود. گرم شدن مقاومتی (ژول).
- انتقال انرژی توسط سیم پیچ و به روش القایی مغناطیسی انجام می شود.

موارد استفاده SWD

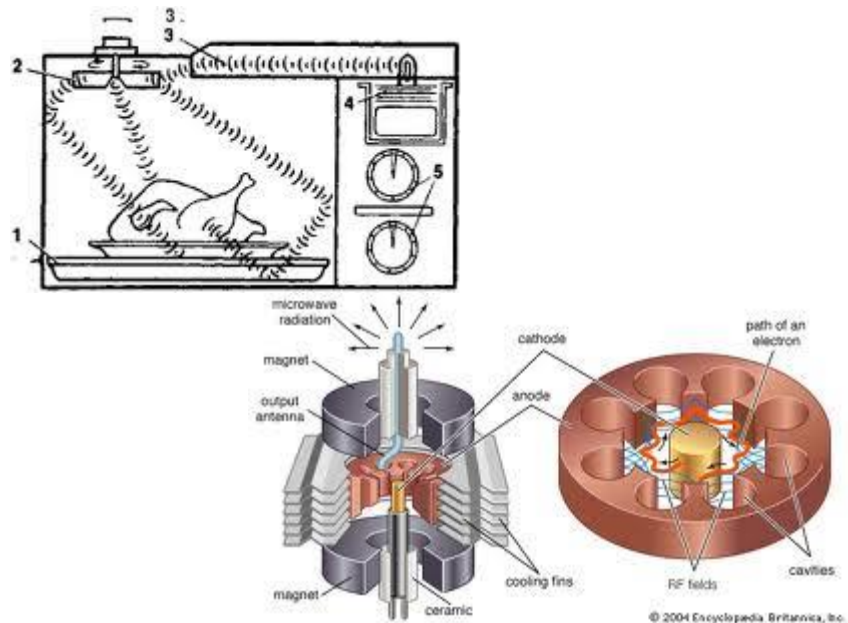
○ دیاترمی موج کوتاه بافت های عمقی بدن را گرم می کند و در موارد زیر جهت تسکین درد و یا درمان استفاده دارد:

۱. بعنوان یک گرم کننده عمقی در مفاصلی که کمترین پوشش بافت نرم را دارند مانند زانو، آرنج، مچ
۲. اسپاسم های ماهیچه ای
۳. فتق دیسک بین مهره ای
۴. بیماری های دژنراتیو
۵. بورسیت Bursitis

ذیاترمی ریز موج (میکرو ویو) Microwave Diathermia (MWD)

- در این روش بجای استفاده از امواج رادیویی از امواج میکرو ویو استفاده می شود. (که باز خود نوع دیگری از امواج مغناطیسی هستند).
- استفاده از این روش آسانتر از SWD می باشد.
- شباهت به دستگاههای مایکروفر (Microwave Oven) دارند.
- امواج میکرو ویو توسط دستگاهی بنام مگنترون تولید می شود.
- فرکانس موج میکرو ویو مورد استفاده غالبا ۹۰۰ مگاهرتز است.
- موارد استفاده شباهت به SWD دارد.

Magnetron



دیاترمی اولتراسونیک

Ultrasonic Diathermia(USD)

- از امواج مادی (نوع اولترا سونیک) استفاده می شود.
- حرکت مکانیکی تولید می کنند.
- بغیر از فرکانس بسیار بالایی که دارند(نزدیک به ۲ مگاهرتز)بقیه خواص صوت را دارند.
- برای گرم کردن عمقی بکار میرود.
- از توانهای چند وات بر سانتی متر مربع استفاده می شود.
- منبع امواج فراصوت با یک هماهنگ کننده امپدانس صوتی (ژل اولتراسونیک) انرژی را به داخل بافت های عمقی میرساند.
- امواج Δ باعث عقب جلو رفتن ذرات بافت و گرم شدن می شوند.

موارد استفاده USD

- کشیدگی
- جای زخم
- محدودیت های حرکتی
- ذخیره سازی گرما در استخوان

Quiz

- انواع دیاترمی را نام ببرید.
- روشهای فیزیکی تولید گرما را نام ببرید .

کاربرد سرما در پزشکی

تعاریف کاربرد سرما در پزشکی

- کرایو تکنولوژی: تکنولوژی تولید و بکارگیری دماهای بسیار پایین است.
- کرایوبیولوژی: علم بررسی تاثیر دمای پایین در زیست شناسی و پزشکی است.

تاریخچه

- جان گوریه پزشک آمریکایی سال ۱۸۴۰: خنک کردن هوای اتاق جهت تسکین درد بیماران مالاریایی.
- موفقیت گوریه، تولید یخ و افشانه های سرد .
- هوای مایع (-196C) سال ۱۸۷۷
- هلیم مایع (-269C) سال ۱۹۰۸

مشکلات ذخیره سازی مایعات سرمازا

○ جذب گرما (دفع برودت) از طریق:

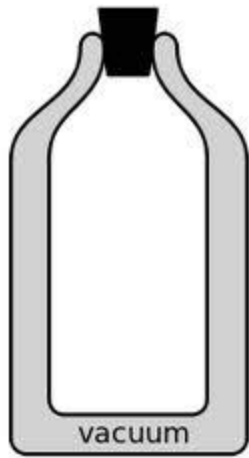
۱. رسانایی conductivity

۲. جابجایی Displacement

۳. تابش Irradiation

خواص ظرف های دیوار (Dewar)

- جیمز دیوار (James Dewar) دانشمند شیمیدان اسکاتلندی ۱۸۹۲
- ساختمان فلاسک دیوار (Dewar Flask):
 ۱. شیشه یا فولاد ضد زنگ نازک
 ۲. طول بلند و هدایت گرمایی کم
 ۳. فضای خلاء و کاهش هدایت گرما
 ۴. سطوح نقره اندود و ممانعت از انتقال گرما به طریق تابشی.
 ۵. توانایی گنجایش بیش از 100,000 لیتر



استفاده از سرمازایی در پزشکی

- نگهداری دراز مدت :خون اسپرم مغز استخوان و بافت ها.
- کرایونیک (Cryonics): زنده نگهداشتن افراد مبتلا به بیماری های کشنده در دماهای پایین به امید درمان با علم آیندگان. (موفقیت در مورد موش ها).
- روشهای مختلف جراحی با استفاده از سرما (Cryosurgery) کرایو سرجری.

منحنی رفتار بقاء

- زنده ماندن ارتباط مستقیم با سرعت انجماد دارد. (مثلا بهترین سرعت انجماد در گلبولهای قرمز 1000 c/min ولی برای مغز استخوان 1 c/min)
- ارتباط سرعت ذوب و زنده ماندن سلولها ارتباطی مستقیم نیست.

نمونه های عملی

- موش های آزمایشگاهی تا 5°C -سرد شده و با این روش 50-60% آب بدنشان منجمد شده و مجدداً به هوش آورده شده اند.
- خون و منی (semen) را می توان با سرما برای مدت نسبتاً طولانی حفظ و مجدداً استفاده نمود.

مشکلات مربوط به انجماد در اندامهای پیچیده

۱. سرعت مناسب برای پایین آوردن دما در بافت های گوناگون یکسان نیست.
 ۲. دمای مناسب برای زنده نگهداشتن بافت ها متفاوت است.
 ۳. سرعت ذوب نمودن برای قسمت های مختلف یک اندام مساوی نیست.
- موفقیت تاکنون صرفا در بافتهای ساده بوده است.
-چرخه **انجماد-ذوب** بیشتر به سرعت سرد کردن وابسته است تا ذوب

مشکلات اجرایی

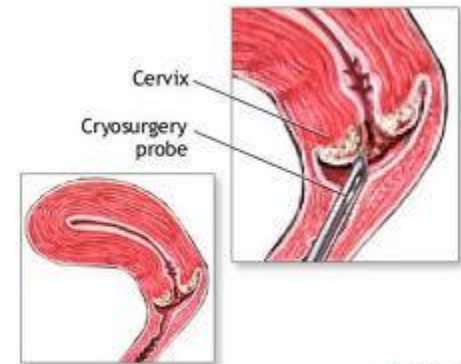
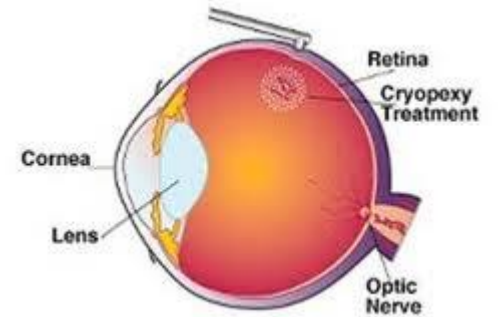
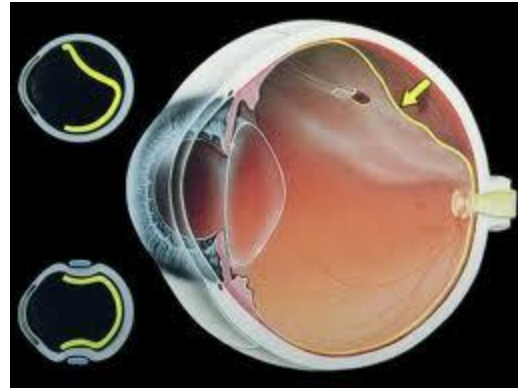
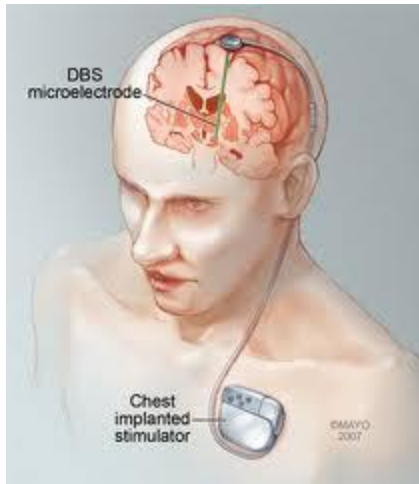
- در شرایطی که هدف نگهداری طولانی است باید سرمای شدید (دمای بسیار پایین) در حدود نیتروژن مایع یعنی 196C- ایجاد نمود.
- در موجودات پیچیده ای مانند انسان کار بسیار دشوار است (خون با 1000 و مغز استخوان با ۱ سانتیگراد).

نگهداری خون

- غیر سرمایی: افزودن ضد انعقاد نگهداری در 4C به مدت ۲۱ روز.
- سرمایی: ۱-محفظه با دیواره نازک. ۲-روش شن-خون.(سرد نمودن با پاشیدن آن روی نیتروژن مایع در دمای 196C- و تبدیل به دانه های شن مانند)

جراحی با سرما

- ابروینگ کوپر در دهه ۶۰ با سرمای 85C- سلولهای منطقه مشخصی از تالاموس را برای درمان پارکینسون نابود نمود.
- درمان تومورها (مثل پاپیلوما).
- ترمیم شبکیه (مثل دکولمان رتین) با نزدیک کردن پروب از بیرون از کره چشم به ناحیه جدا شده.
- ترمیم آب مروارید. (برداشتن عدسی با پروب سرد)



جراحی با سرما مزایا و معایب

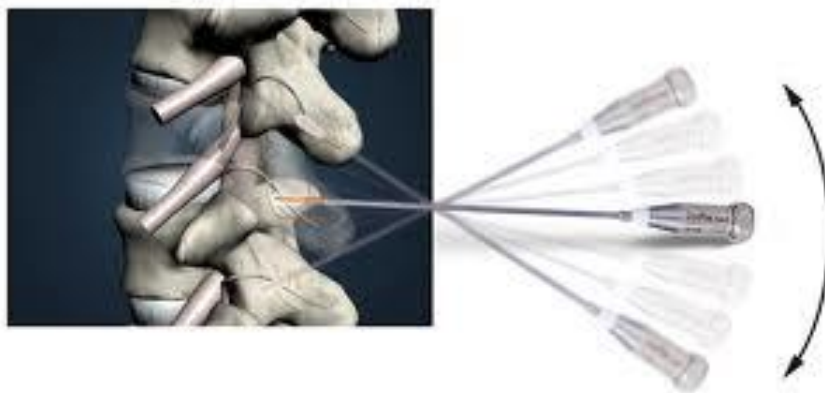
مزایا

۱. میزان کم خونریزی.
۲. قابل کنترل بودن میزان بافتی که باید تخریب شود.
۳. درد کمتر .
۴. دوره نقاهت کوتاهتر.

عدم مزیت

- مشکلات ایمنی کار با مواد سرمازا.

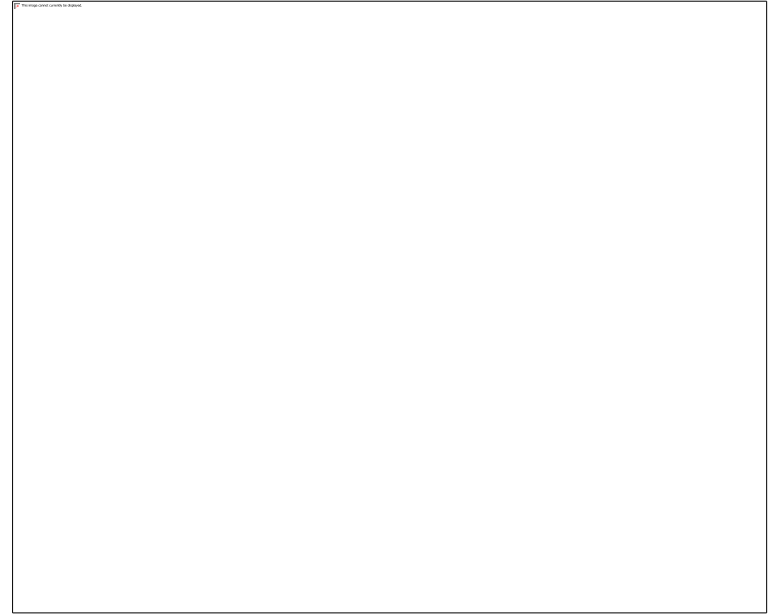
کنترل عمق نفوذ با کرایوسرجری



ایمنی در استفاده از مواد سرمازا

- شکسته شدن محفظه: ← سوختگی های شدید.
- نشت مواد سرمازا و ← کاهش شدید اکسیژن.
- اکسیژن مایع و ← اشتعال

علامت خطر مواد سرمازا Cryogen warning Sign



فشار در پزشکی

تعریف فشار

- به نیروی وارد بر واحد سطح (مایع یا گاز) فشار می گویند.
- به نیروی وارد بر سطح جامدات استرس می گویند.

واحد های رایج فشار

- واحد فشار در سیستم SI پاسکال (Pascal) که معادل نیوتون بر متر مربع است می باشد.
- در سیستم CGS بر حسب Dyne (دین) بر سانتیمتر مربع می باشد.
- سانتیمتر آب
- میلی متر جیوه = تور (Torr) که در واقع معادل ارتفاع ستونی از جیوه است. مثلا 120 mmHg فشاری است که در قاعده ستونی از جیوه به ارتفاع ۱۲۰ میلیمتر وجود دارد.
- بار (Bar) بر اینچ مربع یا همان psi می باشد.
- اتمسفر = ۷۶۰ میلیمتر جیوه.

فرمول اندازه گیری فشار

Formula

Mathematically:

$$p = \frac{F}{A} \text{ or } p = \frac{dF_n}{dA}$$

where:

p is the pressure,

F is the normal force,

A is the area of the surface on contact.

For liquids, the formula may be written:

$$p = \rho gh$$

where:

p is the pressure,

ρ is the density of the liquid,

$g \approx 9.8N/kg$ (the value is equal to the gravitational acceleration),

h is the depth of the liquid in meters.

تبدیل میلیمتر جیوه به سانتیمتر آب

- برای مثال محاسبه ۱۲۰ تبدیل فشار میلیمتر به سانتیمتر آب مطابق فرمول به شکل زیر است:
- $P(120\text{mmHg}) = (13.6 \text{ g/cm}^3)(980 \text{ cm/sec}^2)(12 \text{ cm})$
- $P(120\text{mmHg}) = 1.6 \times 10^5$
- $1.6 \times 10^5 = (1 \text{ g/cm}^3)(980 \text{ cm/sec}^2)(h \text{ cm H}_2\text{O})$
- $h \text{ H}_2\text{O} = 163 \text{ cm}$
- اگر قرار بود از آب به جای جیوه استفاده شود. به جای 12cm جیوه باید 163cm آب یعنی ۱۳,۶ برابر استفاده می شد. از این رو در فشار سنج پزشکی به جای آب از جیوه استفاده می شود.

نمونه فشار های منفی

- فشار بعضی از اعضاء بدن باید کمتر از فشار جو باشد. (مثلا در ریه ها فشار چند سانتیمتر مکعب کمتر از فشار جو است. این امر کمک می کند هوا به درون ریه ها راه پیدا کند.)
- فشار عروق سیاهرگی پایین است در نتیجه وجود دریچه های لانه کبوتری به کمک می آید.

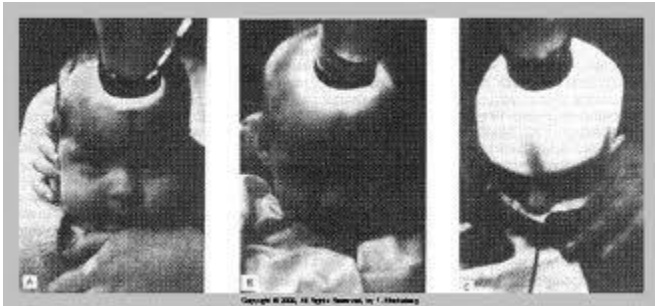
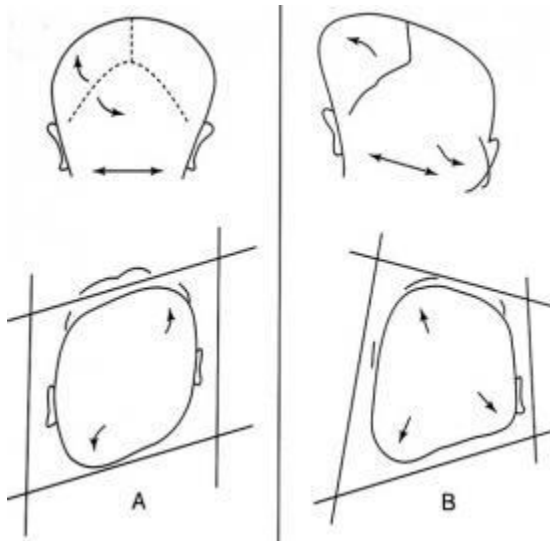
ارگان‌های حساس به تغییر فشار

- گوش داخلی و تغییرات فشار (آسانسور، ارتفاع، عمق آب) مانور والسالوا
- سیاهرگ دست‌ها
- سینوس‌ها و عمق آب

فشار داخل جمجمه

Intra Cranial Pressure (ICP)

- داخل مغز حفره های به هم پیوسته ای وجود دارد (بطن ها Ventricles) که مجموعاً 150cc مایع مغزی نخاعی را درون خود جای می دهند. - (Cerebro Spinal- Fluid=CSF)
- CSF در داخل بطن ها تولید می شود و از آنجا به درون ستون فقرات و نهایتاً به درون گردش خون راه می آید.
- فشار داخل مغز زمانی بالا می رود که گردش CSF مسدود شود.
- اندازه گیری فشار CSF توسط محیط جمجمه است. و روش روش Transillumination می باشد.



افزایش ICP چیست؟

IntraCranial Pressure

- بالا رفتن CP به معنی افزایش فشار داخل مغزی می باشد. که در آن فشار مایع مغزی نخاعی و فشار جریان خون مغزی زیاد می شود.
- از آنجا که جمجمه محیطی بسته است افزایش **حجم** در آن باعث افزایش **فشار** می شود.

علل افزایش ICP

- ترومای مغزی
- هیدروسفالی
- تومور مغزی
- فشار خون بالا
- تروپوز سینوس وریدی
- محدود شدن جریان خون وریدی مغز (مثلا در اثر فشار به ناحیه گردن)
-

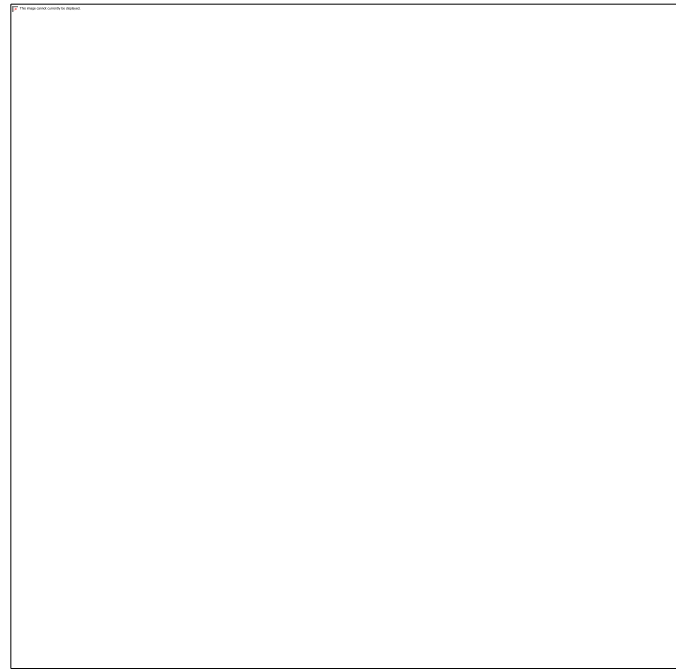
مقادیر نرمال ICP

- مقدار نرمال CP برابر 0-15 میلیمتر جیوه است.
- اگر CP از حد ۴۰ میلیمتر جیوه افزایش یابد حتما صدمه مغزی ایجاد خواهد نمود.
- فشارهایی در حد 25-30 میلیمتر جیوه نیز اگر طولانی مدت ادامه یابد کشنده خواهد بود.

رابطه افزایش فشار داخل مغزی و فشار شریانی

- افزایش ICP ↑ و فشار شریانی ثابت ■ پرفیوژن ↓
- کاهش پرفیوژن و فشار شریانی ثابت ◀ کاهش اکسیژن رسانی و غذای مغزی ◀ خطر مرگ

Elevated ICP = Danger



Animated GIF taken from <http://www.artie.com>

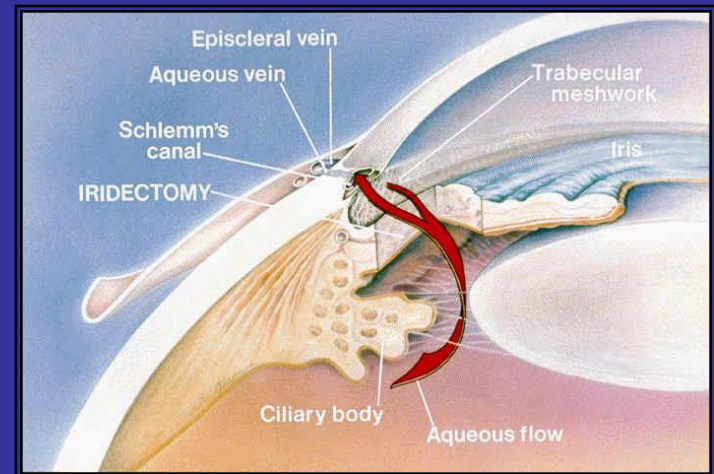
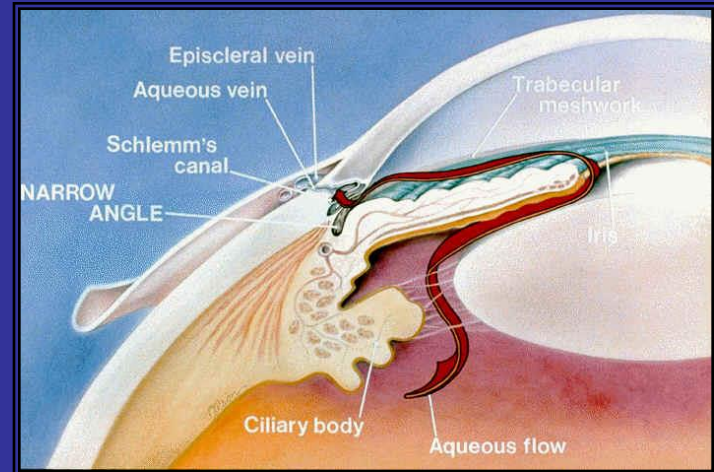
فشار چشم

- کروی بودن چشم بسیار اهمیت دارد ، اگر ۰,۰۱ سانتیمتر تغییر کند وضوح تصویر بهم می خورد.
- درون چشم دو نوع مایع تولید می شود که کروی بودن چشم را حفظ می کند.(زلالیه،زجاجیه)
- مایع زلالیه مداوما تولید شده و مازاد آن از طریق یک سیستم تخلیه خارج می شود.
- اگر کانال مسدود شود فشار داخل چشم بالا می رود، که به آن گلوکوم یا آب سیاه می گویند.
- فشار طبیعی چشم ۱۲-۲۲ میلیمتر جیوه(Torr)است.
- گلوکوم باعث ۱(دید تونلی ۲)کوری می گردد.

گلوکوم با زاویه بسته

Narrow Angle Glaucoma

Treatment: Peripheral Iridotomy



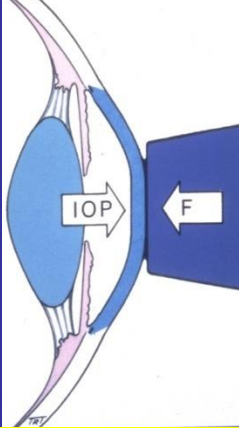
روش‌های اندازه‌گیری فشار چشم

۱. فشار مستقیم بر روی کره چشم. (روش قدیمی).
۲. اندازه‌گیری بدون فشار بر روی کره چشم. (روش جدید).

Quiz

- بار بر اینچ مربع چه نام دارد؟
- روشهای نگهداری خون را ذکر نمایید.

Tonometers تونومتر ها



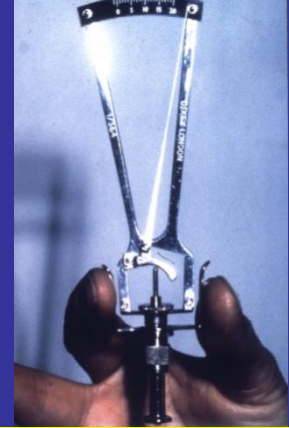
Goldmann

Contact applanation



Perkins

Portable contact applanation



Schiottz

Contact indentation



Air-puff

Non-contact indentation



Pulsair 2000 (Keeler)

Portable non-contact applanation



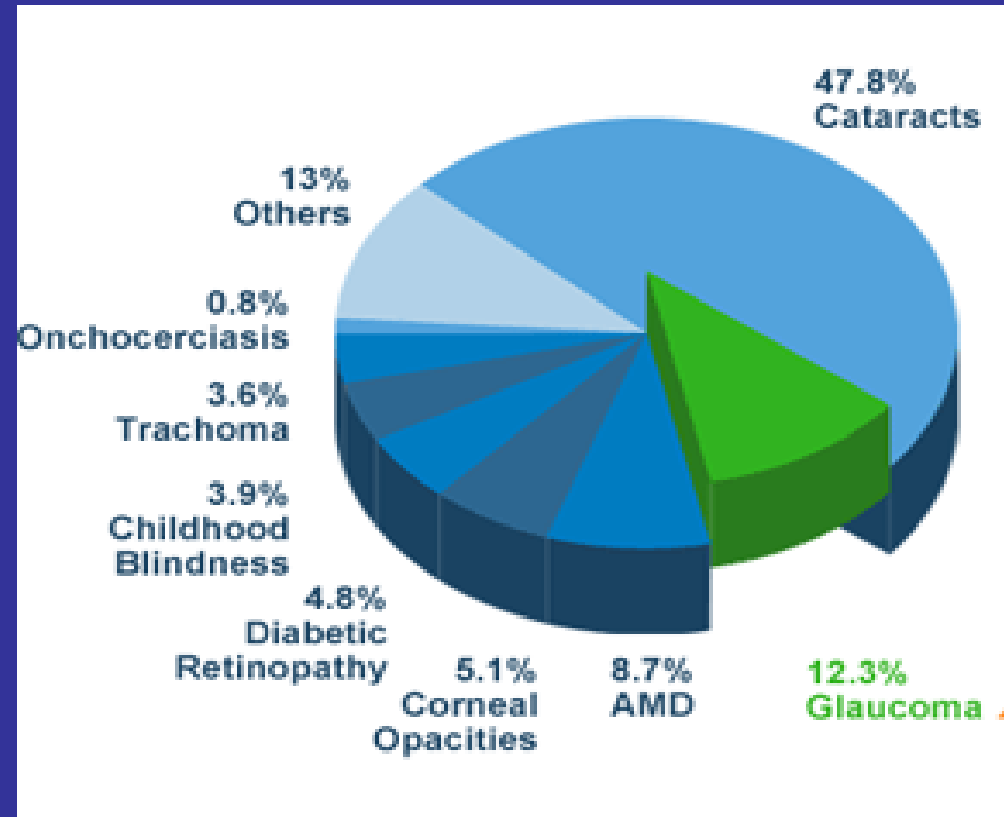
Tono-Pen

portable contact applanation

درصد اهمیت گلوکوم

دومین عامل مهم کوریاست
در اغلب موارد بدون علامت است.

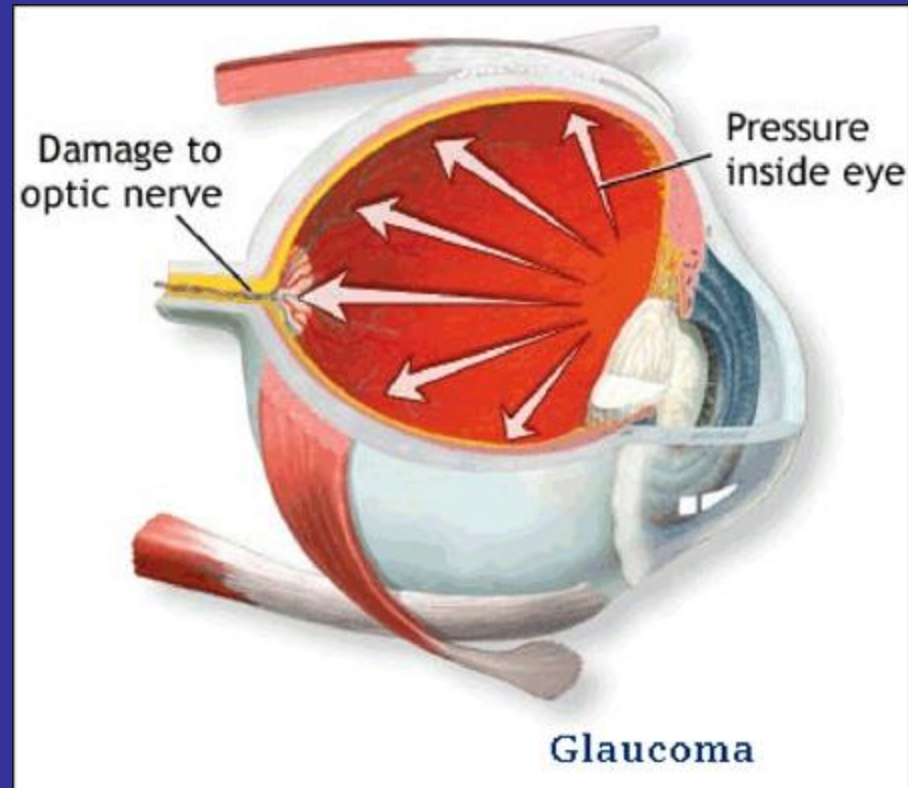
آسیب وارده غیر قابل بازگشت است
درمان موثر در صورت تشخیص بموقع
وجود دارد.



تعریف گلوکوم

بیماری است که در آن آسیب به عصب بینایی در اثر افزایش IOP (فشار داخل چشمی) ایجاد می شود

IOP: یا فشار داخل چشمی به
بالانس بین تولید و حذف
مایع درون چشمی بستگی
دارد



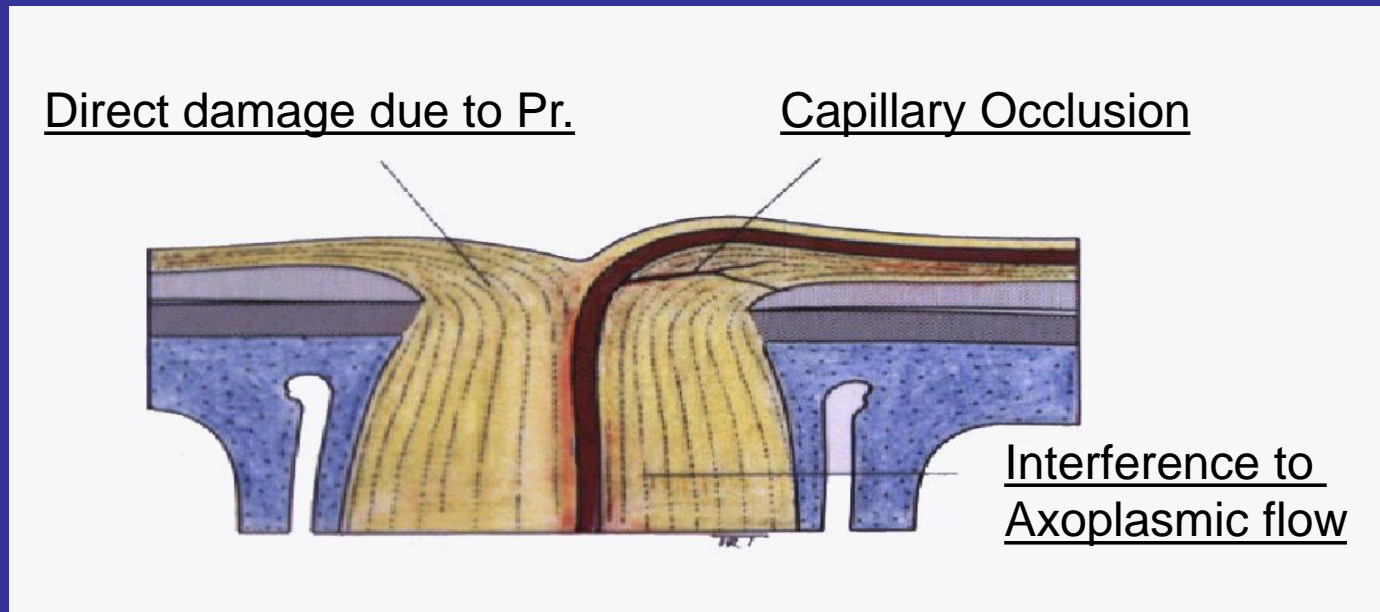
Theories of damage تئوری آسیب

1. Mechanical theory مکانیکی

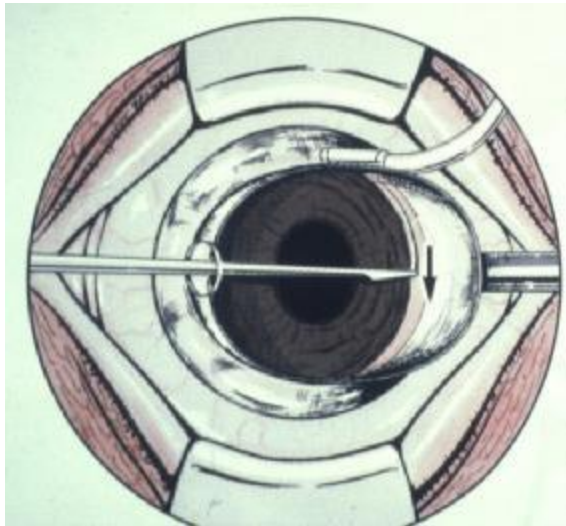
- فشار به آکسون باعث مرگ آکسونی میشود

2. Vascular theory عروقی

- ایسکمی باعث نکروز آکسون می شود



مدیریت گلوکوم مادرزادی



فشار در سیستم گوارشی

- فشار درون سیستم گوارشی مثبت است (یعنی بیشتر از فشار اتمسفر است).
- تنها قسمت استثناء آن مری است که درون قفسه سینه قرار دارد.
- دریچه هایی درون سیستم گوارشی وجود دارد که فشارها را کنترل می کند. (کاردیا pylorus، پیلور، ileocecal valve، اسفنکتر مقعدی Anal sphincter).

عوامل داخلی موثر در فشار سیستم گوارشی

○ داخلی:

۱. عملکرد دریچه ها
۲. دیافراگم
۳. حجم مواد غذایی مصرف شده یا ذخیره شده.
۴. حجم گاز های تولید شده و محبوس شده
۵. انسداد های ایجاد شده در اثر بیماری ها

اعوامل خارجی موثر در سیستم گوارشی

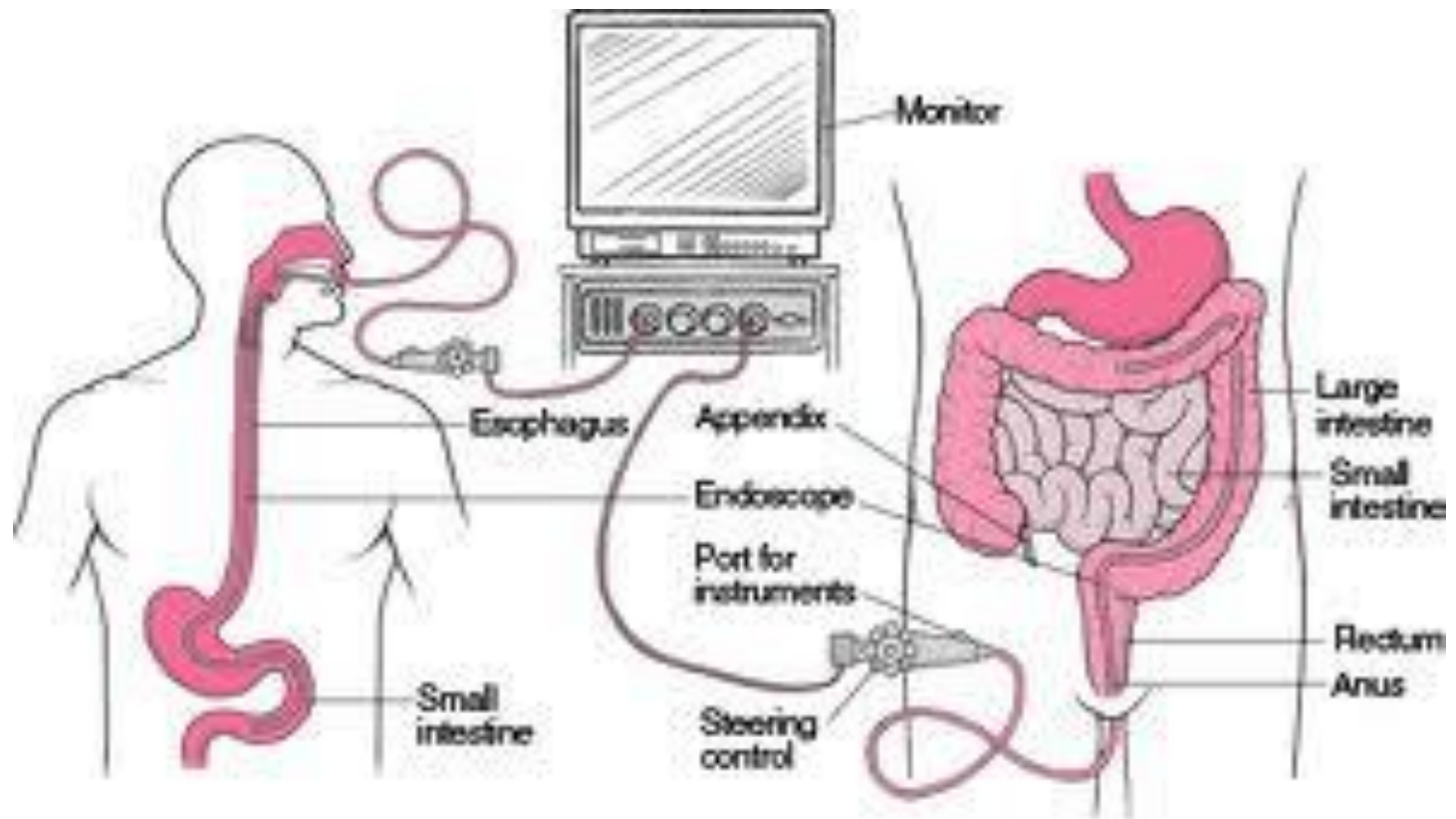
○ خارجی:

۱. کمر بند
۲. شکم بند
۳. لباس تنگ (گن های زنانه)
۴. پرواز (فشار داخل هواپیما)
۵. لوله گذاری ها
۶. آندوسکوپی ها

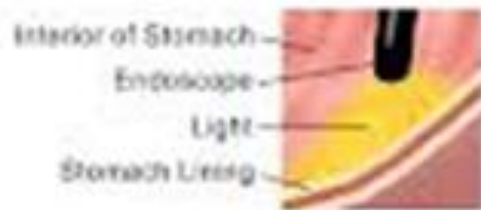
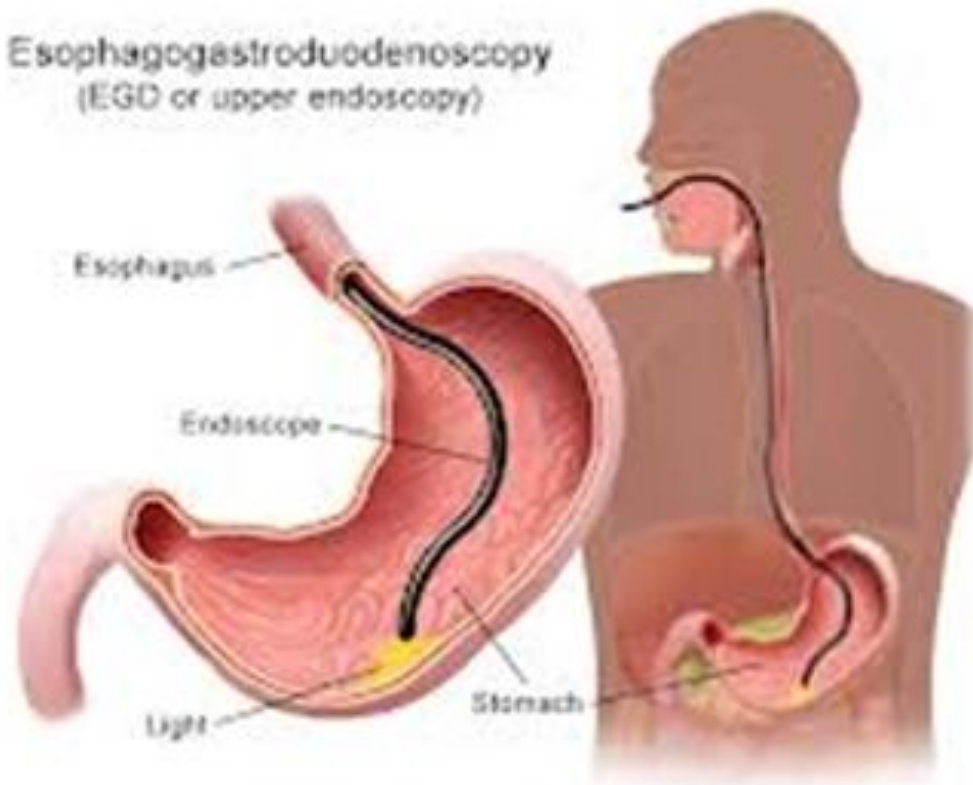
راه های رفع فشار در سیستم گوارشی

۱. فیزیولوژیک (مثل بادگلو).
۲. لوله گذاری (N.G Tube و یا Rectal Tube).
۳. استفاده از دارو

در جراحیهای خاص (برای این عمل در شرایط ایده آل فشار داخل اتاق عمل باید بالا باشد تا مانع از ایجاد شوک در اثر کاهش ناگهانی فشار داخل شکمی در حین جراحی شود).



Esophagogastroduodenoscopy (EGD or upper endoscopy)



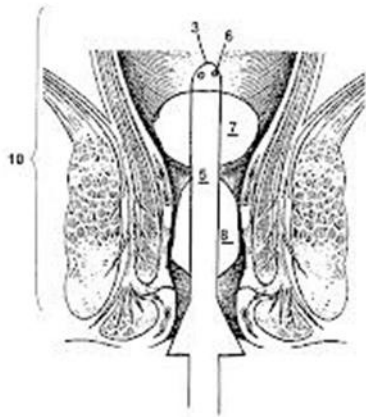
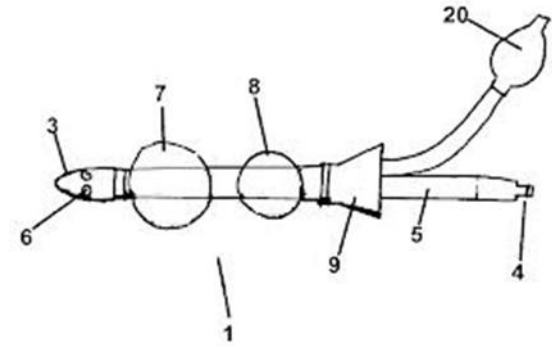
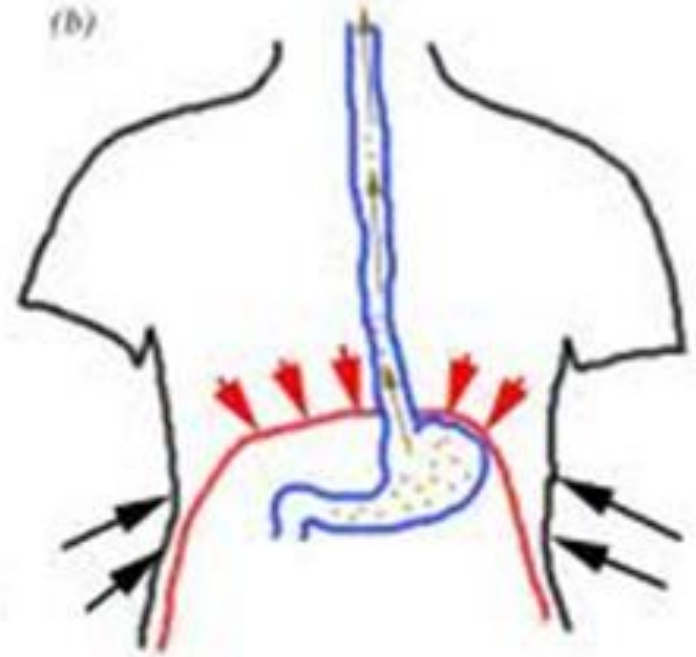
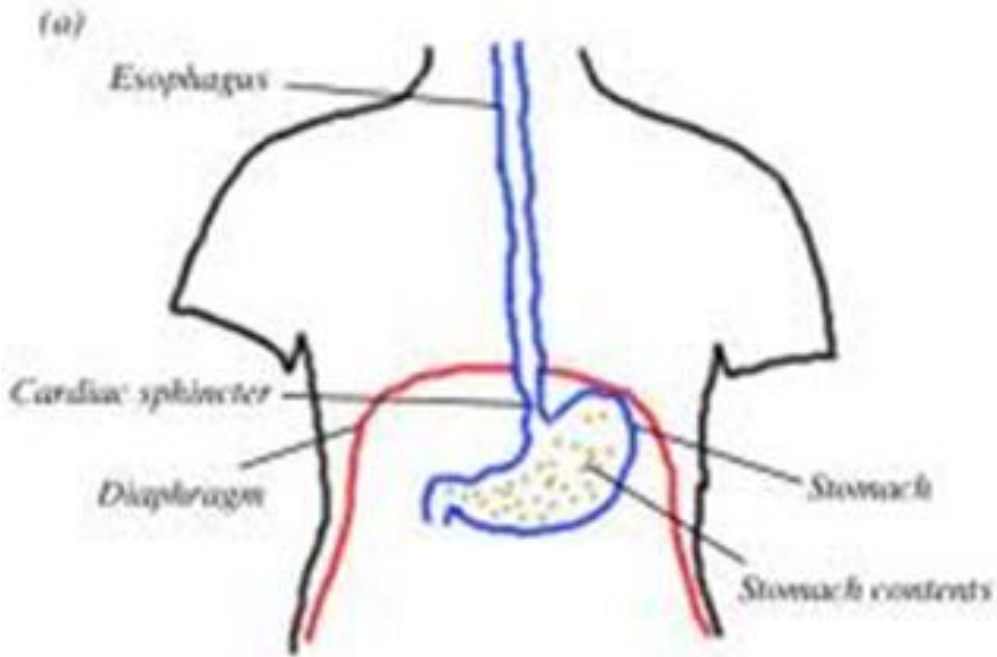
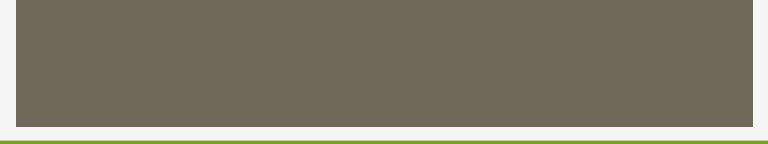


Fig. 2

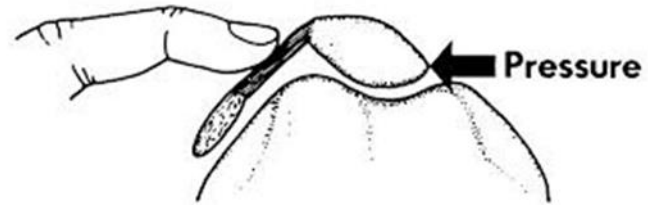
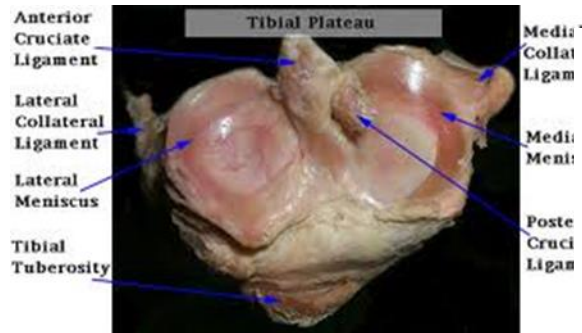
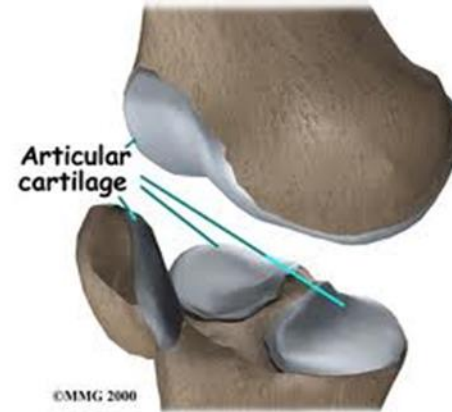




فشار در استخوانبندی

- فشار وزن بر روی بعضی سطوح مفصلی زیاد است (گردن ران Hip زانو Knee مچ پا Ankle)
- پهن و بزرگ بودن بعضی سطوح انرژی را تقسیم می کند ($P = F/A$) (pascal = Newton/square meter)
- سطوح مفصلی در زمان سلامت قادرند تا ۱۰ اتمسفر فشار را تحمل کنند.
- لغزندگی بسیار مناسب سطوح سالم در کاهش فشار نقش مهمی بازی میکند. هرچه فشار بیشتر باشد سطوح لغزنده تر می شوند.
- سطوح استخوانی در جهت های فشاری پهن تر می شوند تا بتوانند فشار بیشتری تحمل کنند. ($P = F/A$) مثل پروگزیمال تیبیا.





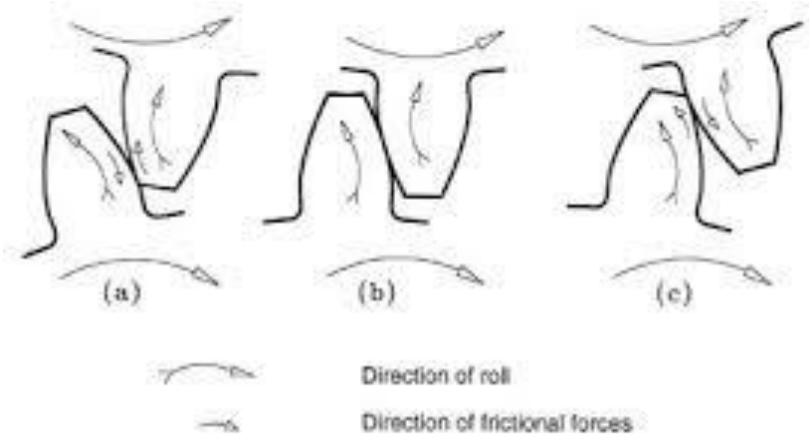
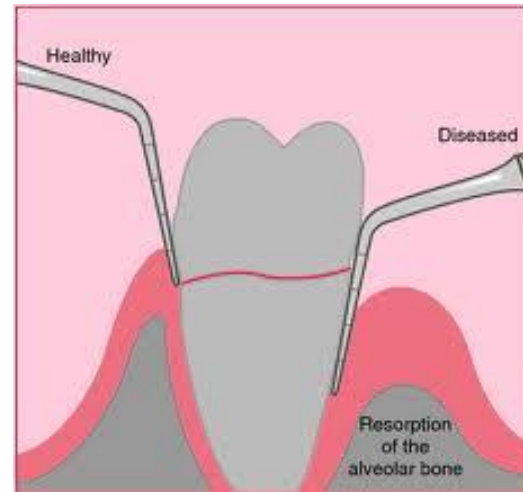
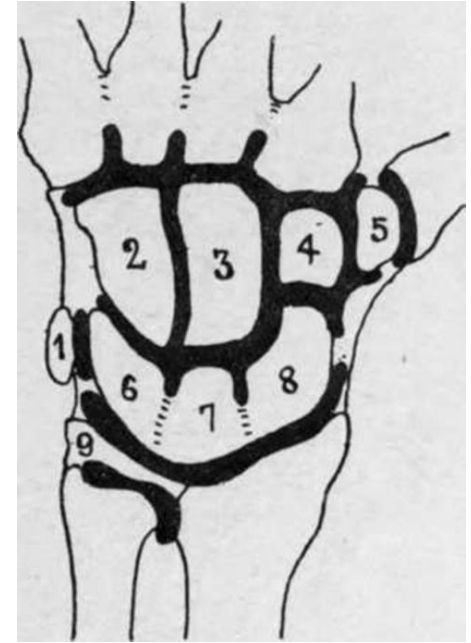
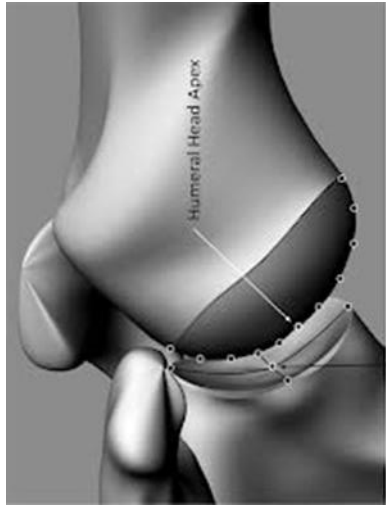
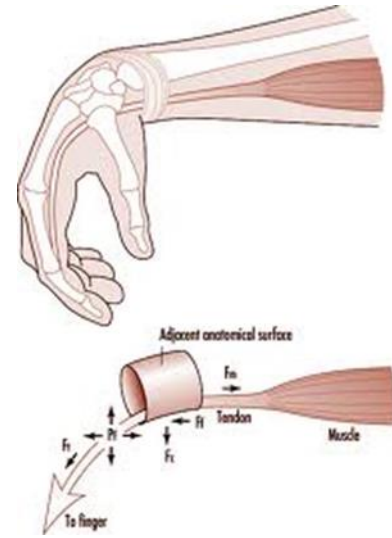
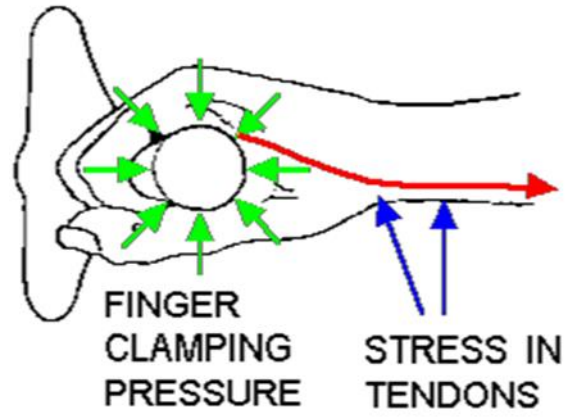
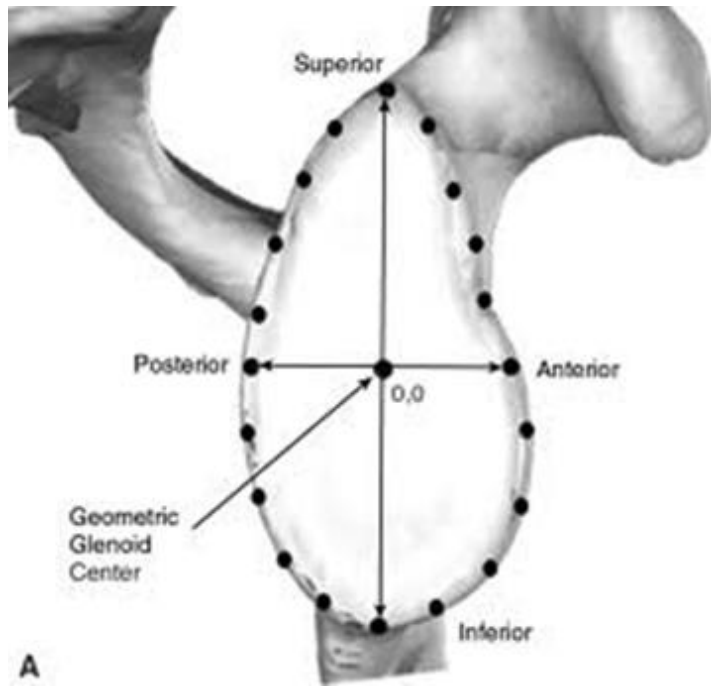


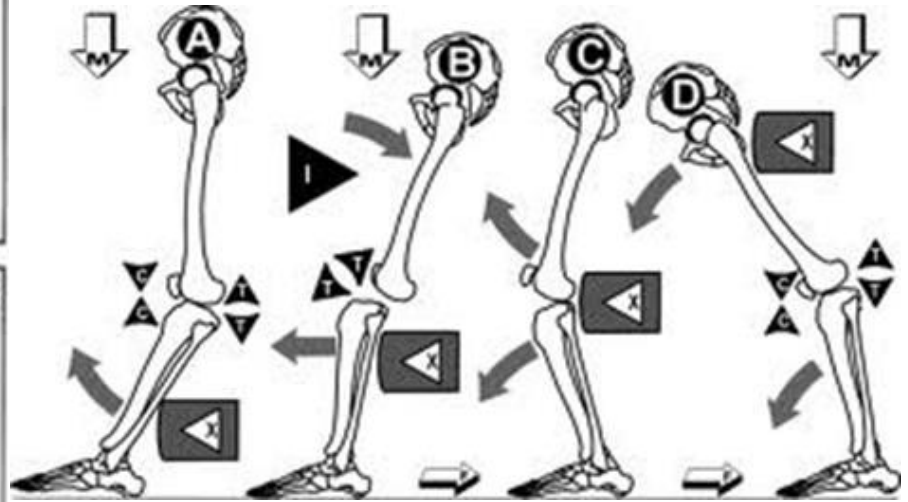
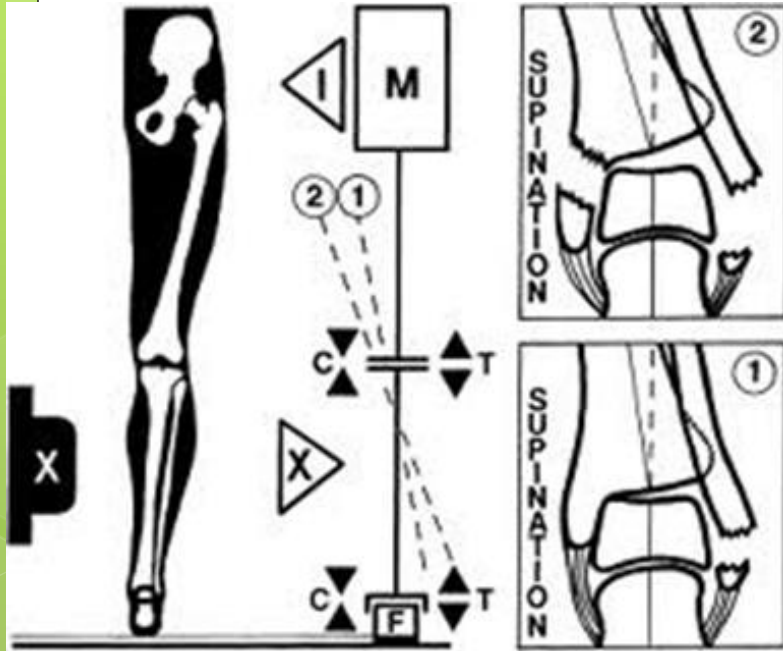
Figure 3. Mechanics of gear tooth contact: (a) at point of first contact; (b) at pitch point and (c) at last point of contact (Adapted from Walton and Goodwin, 1988).











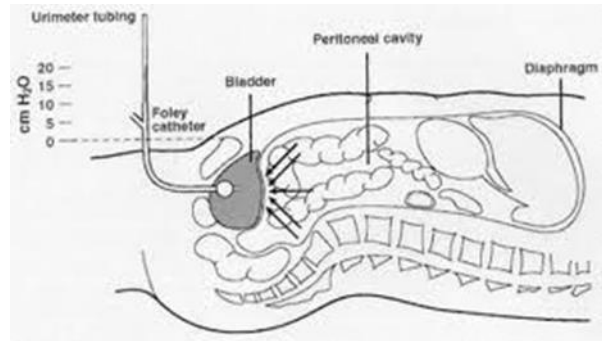
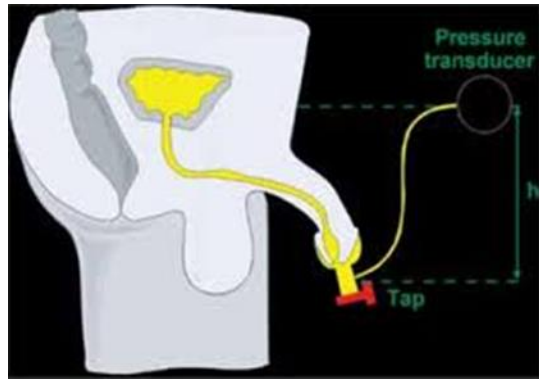
فشار در مثانه

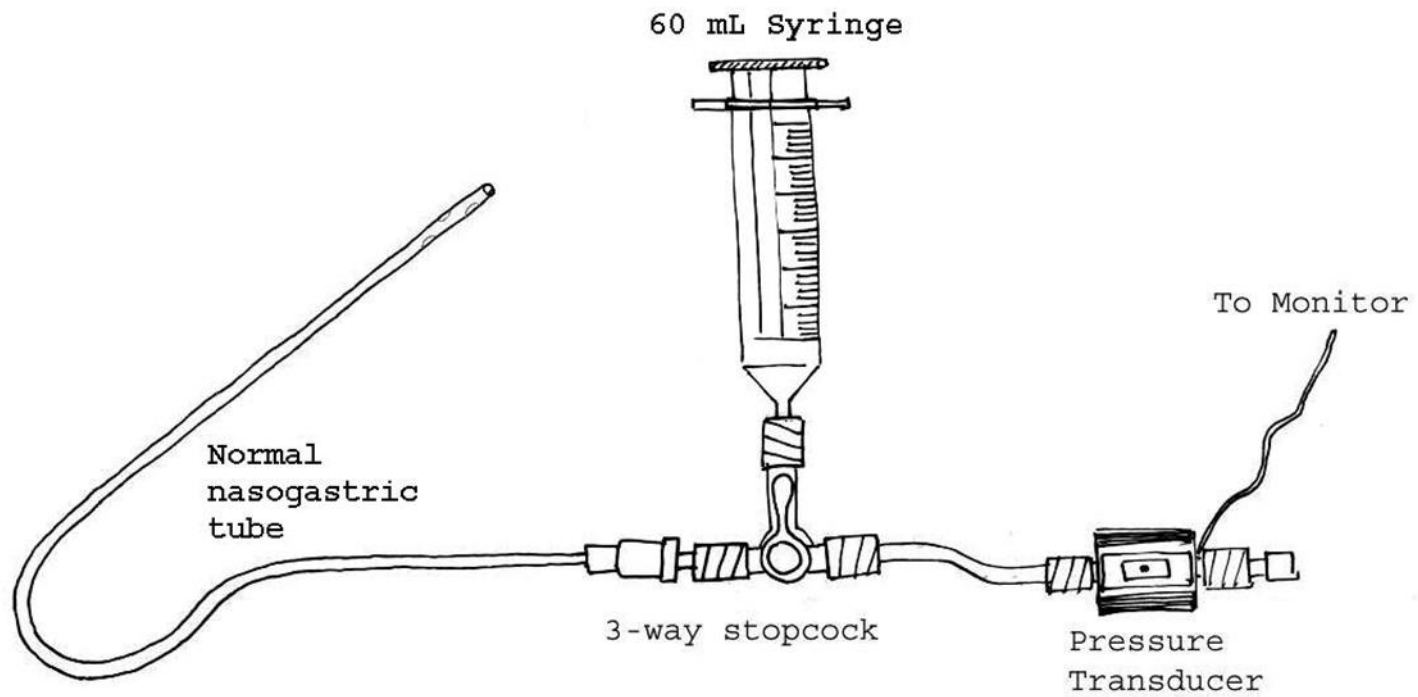
- در اثر تجمع ادرار ایجاد می شود.
- افزایش حجم مثانه تا حدود زیادی قابل کنترل و تدریجی است.
- این افزایش تدریجی تا حجم حدود 500cc می باشد و از آن به بعد ناگهانی افزوده می شود. از این رو از آن به بعد کنترل ادرار بسیار سخت می گردد.
- افزایش شعاع به اندازه R باعث افزایش حجم به اندازه RxR می شود.
- فشار معمولی تخلیه مثانه 2.2-2.94 تور (میلیمتر جیوه) است. در بزرگی پروستات به بیش از ۷,۲۵ تور میرسد.
- فشار داخل مثانه را می توان تا ۱۱,۲ تور با عضلات شکم افزایش داد.

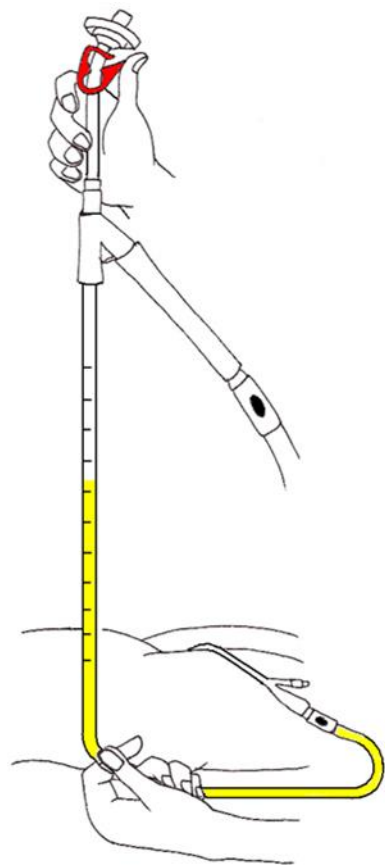
روش های اندازه گیری فشار مثانه

- با لوله مجهز به سنسور فشار از درون مثانه. (سیستومتری Cystometry)
- با ورود سوزن از سطح پوست به درون مثانه (سیستومتری مستقیم) که جهت بررسی عملکرد اسفنکتر ادراری بکار می رود.

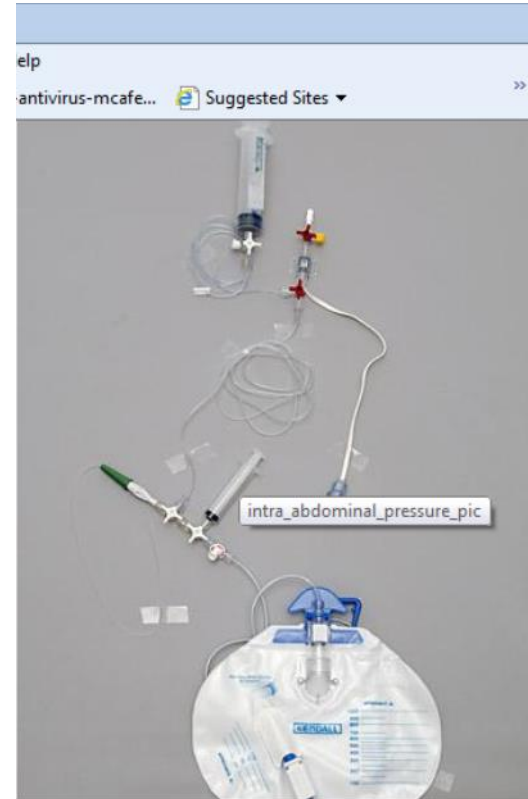
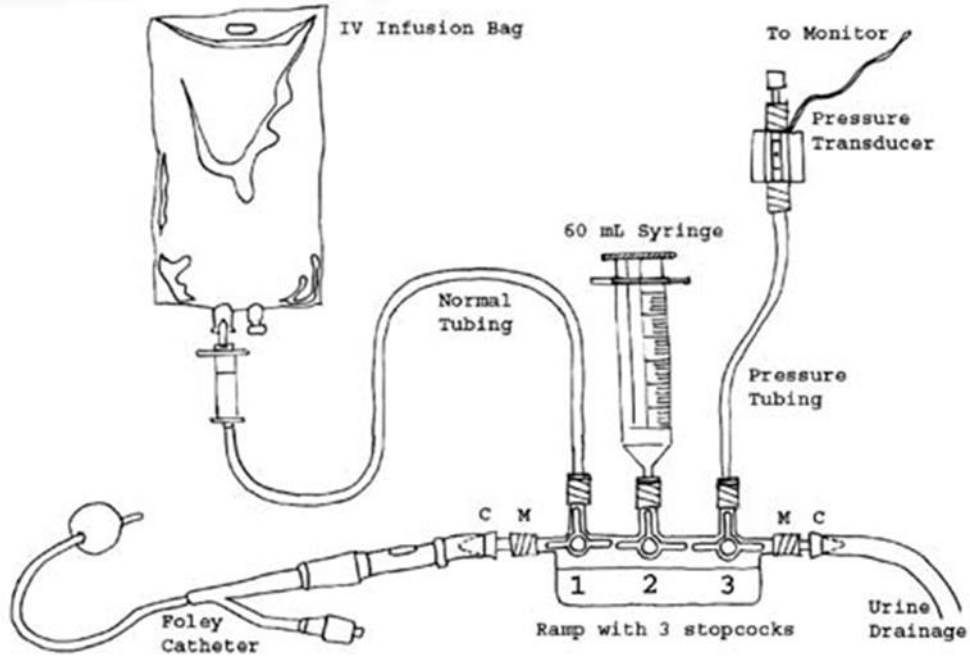


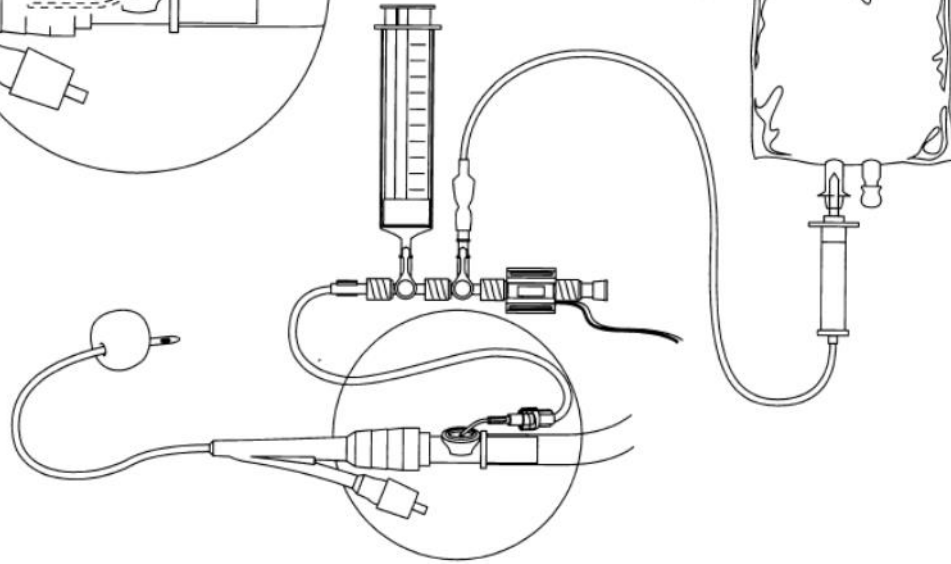
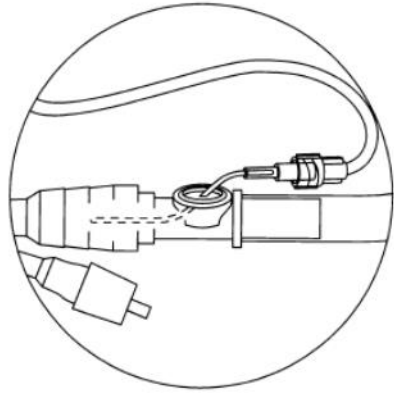






Panel A





تأثیر فشار در هنگام غواصی

- اکثر قسمت های بدن در تغییرات معمولی فشار انطباق پذیرند.
- تغییرات ناگهانی فشار در حفرات محتوی گاز خطرناک است.
- عدد ثابت $P \times V =$ قانون بویل (افزایش حجم ← کاهش فشار و یا بالعکس).
- $P_1 V_1 = P_2 V_2$ که در آن **فشار = P** به نیوتون بر متر مربع و **حجم = V** به لیتر

میزان حجمی که در فشار زیاد قابل ذخیره است

○ هرچه فشار بیشتری بتوان ایجاد نمود حجم بیشتری را می توان ذخیره نمود.

○ مثلا در فشاری معادل 125000 نیوتون بر متر مربع امکان ذخیره نمودن 2000 لیتر هوا در یک کیپسول $14,2$ لیتری وجود دارد.

○ $P1V1=P2V2$ فشار

○ نتایج:

۱. در اعماق حجم زیادی از هوا ، **بعلت بالا رفتن فشار** ، درون ریه ها گنجانده می شود.

۲. اگر سریعاً به سطح بیاییم ، **بعلت کم شدن فشار** ، ناگهان **حجم** افزوده شده و صدمات شدیدی به بافت ها ، بخصوص بافت ریه ، زده خواهد داشت.

بیماری کاهش فشار

- اگر غواص در عمق زیاد (بیش از ۱۰ متر) نفس خود را حبس نماید و بعد بدون بیرون دادن هوا به سطح بیاید حجم هوا دو برابر می شود.
- آمدن به سطح لازم نیست فقط ۱,۲ متر بالا آمدن باعث آسیب دیدن ششها می شود.

نارکوز نیتروژن

Nitrogen Narcosis

- خواب آلودگی یا بیهوشی را نارکوسیس گویند.
- تقریباً ۸۰٪ از هوایی که تنفس میکنیم نیتروژن و ۲۰٪ آن اکسیژن است.
- در فشار معمولی اکسیژن با هموگلوبین در خون متصل می شود.
- در فشارهای خیلی زیاد (عمق ۳۰ متری و بیشتر نیتروژن در خون و بافت ها حل می شود. طبق قانون هنری مقدار گازی که در یک مایع حل می شود با فشار نسبی گازی که در تماس با مایع است متناسب است.)

روش های پیشگیری از بیماری کاهش فشار در غواصی

۱. غواص مداوما هوا را از ریه های خود تخلیه می کند.
۲. سریعا بالا نمی آید.
۳. نفس خود را حبس نمی کند.
۴. هلیم را جایگزین نیتروژن میکنند که اثر نارکوتیک ندارد.
۵. صعود را چند مرحله ای انجام می دهند.



Helium
cylinders

[wikipedia/en/0/01/Gas blending equipment c...](https://en.wikipedia.org/wiki/Gas_blending_equipment)

عوارض سرعت در بالا آمدن از عمق توسط غواص

- تولید حباب در بافت ها
- درد شدید در مفاصل
- آمبولی هوا
- آمفییزم بافتی
- پنوموتوراکس

درمان با اکسیژن پرفشار

Hyper bar Oxygen Therapy (*HOT*)

- این روش بیمار را در معرض محیطی حاوی اکسیژن و هوای پرفشار قرار میدهد.
- خون بیمار را از اکسیژن اشباع می کند.

موارد استفاده

- ترمیم زخم ها(پای دیابتی)
- ترمیم بافت های نرم(پیچیدگی ، کشیدگی ، کوفتگی ، التهاب...)
- نارکوز نیتروژن
- خفگی ها(با CO)
- سکته های مغزی (که با خون ریزی همراه نبوده باشند).
- MS و...؟؟

تئوری درمان با HOT

- فشار بالا، ابعاد حباب های گاز در خون را کوچک کرده ، و امکان حل شدن مقادیر زیاد اکسیژن در خون را ، بوجود میآورد.
- فشار هوا در این روش ۲ تا ۳ برابر فشار اتمسفر می باشد.
- دریافت اکسیژن با خلوص ۱۰۰ درصد باعث اشباع شدن خون با اکسیژن می باشد.
- اکسیژن خالص قابل تحویل به بافت ها را زیاد تر می کند.
- خلوص بالای اکسیژن برای بافت های کم عروق مفید است (مانند آشیل یا روتاتورکاف).
- شیب منفی فشار از زیاد به کم در درمان نارکوز نیتروژن مفید است..

احتیاط ها

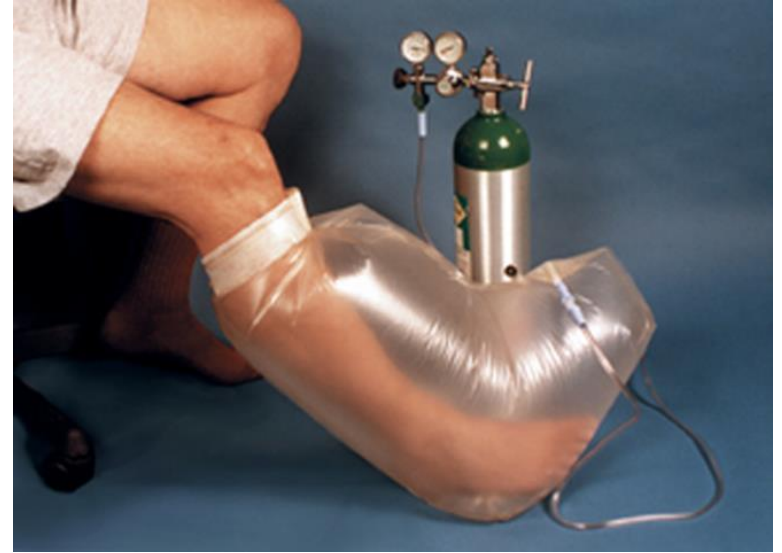
- فشار بیش از حد می تواند باعث پارگی پرده گوش ها شود.
- عدم اطلاع از روش صحیح کاربرد دستگاہ و فیزیولوژی می تواند اختلال در گازهای بدن (و در نتیجه اسیدوز یا آکالوز و... را باعث شود).
- خطر انفجار و آتش سوزی وجود دارد.

موارد منع استفاده

- حاملگی
- عفونت گوش داخلی
- پارگی پرده گوش
- عفونت دستگاه تنفس فوقانی
- سینوزیت
- بیماری های ریوی
- آسم
- تشنج
- التهاب عصب بینایی
- کلاستروفوبیا Claustrophobia

خصوصیات دستگاه HOT

- اتاقک می تواند یک یا چند نفره باشد.
- اکسیژن می تواند ۹۵ یا ۱۰۰ درصد باشد.
- اکسیژن را می توان با یا بدون ماسک به فرد داد.
- فشار قابل تنظیم بین ۳ تا ۳ اتمسفر می باشد.
- دستگاه های موضعی HOT نیز وجود دارند که برای اندام ها مفید هستند.

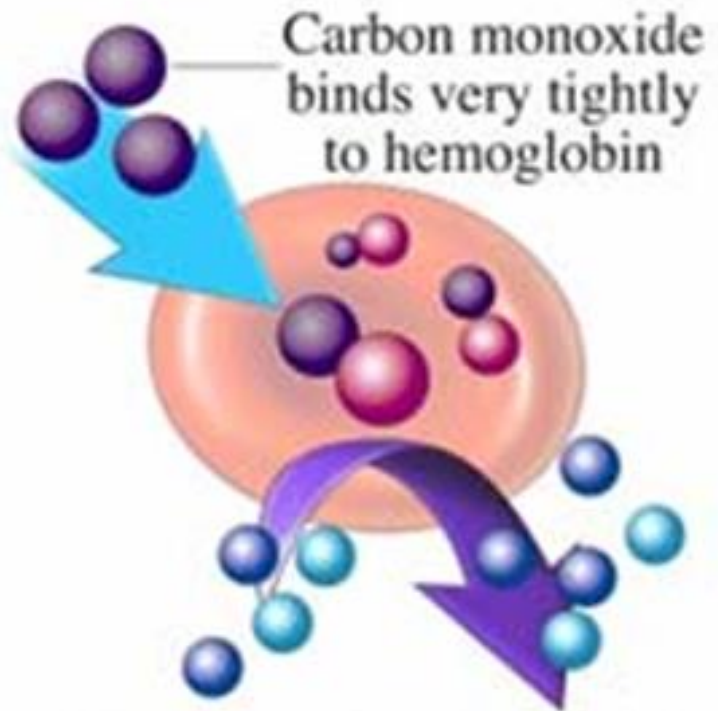
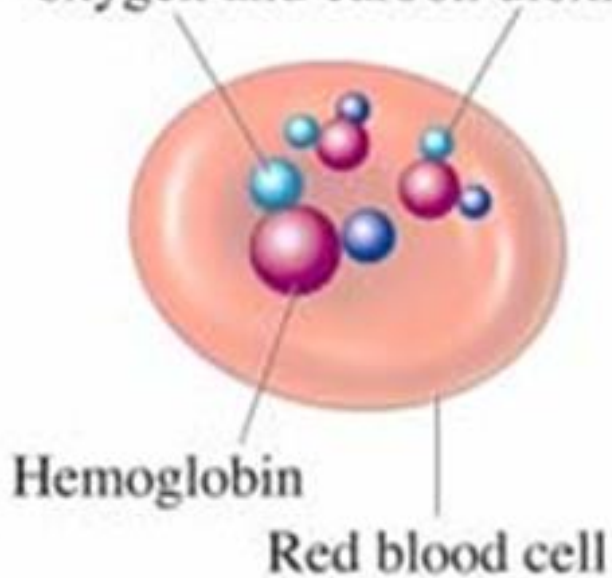


زمان درمان به روش HOT

● اگر از اکسیژن ۱۰۰٪ استفاده شود و فشار ۲,۵ اتمسفر باشد :

۱. اگر درمان یک جلسه ای مورد نظر باشد زمانی حدود ۹۰ الی ۱۰۰ دقیقه بطول خواهد انجامید.
۲. و اگر چند جلسه درمان نیاز باشد سه جلسه ۳۰ دقیقه ای می تواند بطول بینجامد.

Hemoglobin carries oxygen and carbon dioxide





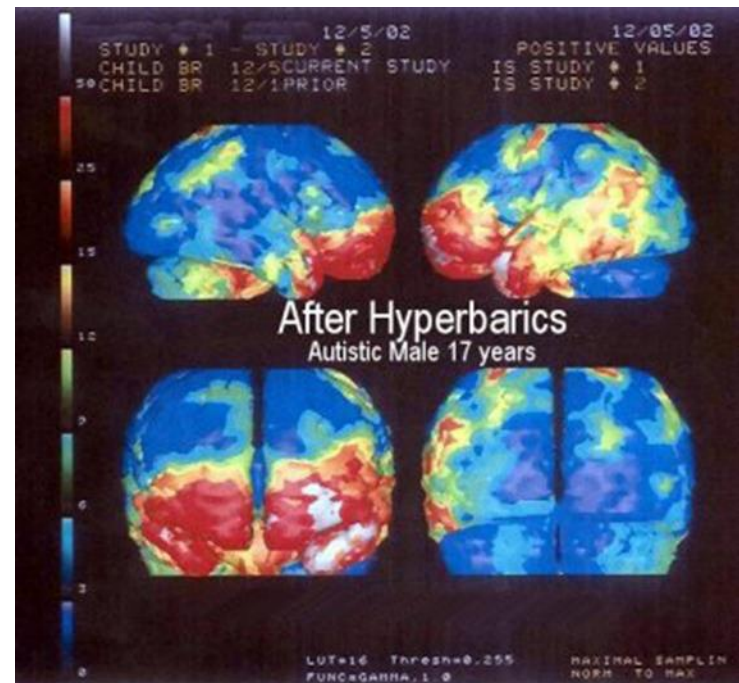
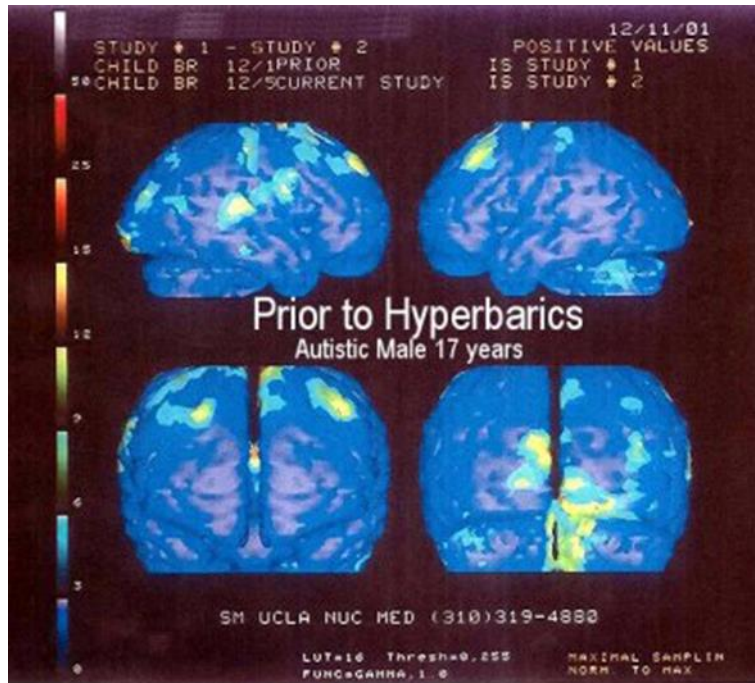






Thermal Burns





End of first session