

 2023 Agu

CAPNOGRAPH

MEDICAL ENGINEERING

Supervisor

Dr.somaye gholam

Provider

[Hadi Qasemian](#)



CAPNOGRAPH



دستگاه

دستگاه کاپنوگراف (**Capnograph**) از دو کلمه تشکیل شده است که بهتر است این دو کلمه را بدانیم. کلمه اول **Capno** به معنای **دی اکسید کربن** و کلمه دوم **Graph** که به معنای **صفحه نمایش** جهت خواندن و ثبت کردن تشکیل شده است. دستگاه کاپنوگراف (**Capnograph**) میزان گاز کربن دی اکسید (**CO2**) تولید شده در حجم هوای اشباع شده از ریه های بیمار را در صفح نمایش نشان می دهد.



CAPNOGRAPH

اصول کار

کاپنوگراف ها بر این اصل کار می کنند که **CO2** یک گاز چند اتمی است و بنا بر این تابش **مادون قرمز** را جذب می کند. یک پرتو نور مادون قرمز از روی نمونه گاز عبور می کند تا روی یک حسگر بیفتد. وجود **CO2** در گاز منجر به کاهش میزان نور تابیده شده به سنسور می شود که باعث تغییر ولتاژ در مدار می شود. تجزیه و تحلیل سریع و دقیق است، اما حضور **اکسید نیتروژن** در مخلوط گاز، جذب مادون قرمز را از طریق پدیده گسترش برخورد تغییر می دهد.





کاپنوگرافی چه کاربردهایی دارد؟

1. کاپنوگرافی برای تشخیص زودرس افسردگی تنفسی و اختلالات راه هوایی در حین آرامبخشی استفاده می‌شود که منجر به کاهش عوارض ناشناخته در حین آرام‌سازی می‌شود.

2. کاپنوگرافی در ارزیابی باز بودن و موقعیت لوله تراشه و تراکئوستومی مفید است.

3. کاپنوگرافی در نظارت بر کفایت پشتیبانی ونتیلاتور مفید است. اطلاعات مهمی در مورد وضعیت تهویه ارائه می‌دهد.

4. کاپنوگرافی نشانه هایی را در مورد شرایطی مانند آپنه، هیپوتهویه، هیپرونتیلیسیون، آسم، اسپاسم حنجره، برونکواسپاسم، تنفس مجدد CO2 ارائه می‌دهد.



مزایای استفاده از دستگاه کاپنوگراف (Capnigraph):

1. غیر تهاجمی بودن
2. سرعت بالا در اندازه گیری
3. کمک به ارزیابی مشکلات تنفسی
4. فراهم آوردن اندازه گیری مداوم
5. کم حجم و کوچک بودن



معایب دستگاه کاپنوگراف (Capnograph):

1. ترشح و رطوبت باعث از کار افتادن حسگرها می شود.
2. مواردی که بیمار دارای لوله نای است استفاده از آن مشکل است. (خون را کاهش می دهد.)
3. پاسخ کند نسبت به تغییرات سطح دی اکسید کربن.

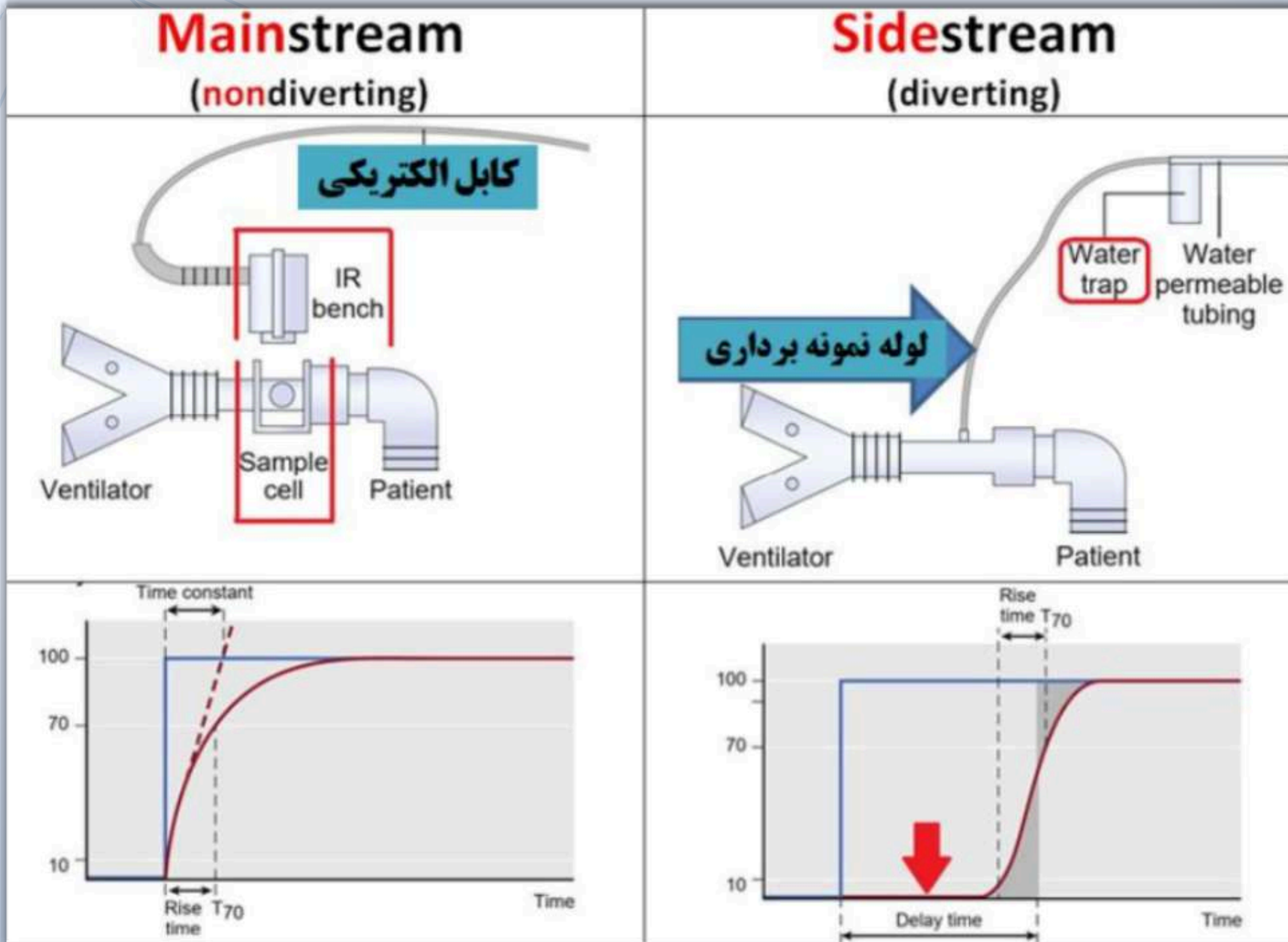


انواع دستگاه کاپنوگراف (Capnograph):

کاپنوگراف Main stream:

دارای یک سنسور CO₂ است که به یک تعدیل کننده راه هوایی متصل شده است. این تعدیل کننده بین تیوب مربوط به داخل نای بیمار و جریان هوایی ونتیلاتور قرار می گیرد. سنسور از یک منبع نوری، یک واحد نمونه گازی و یک فیلتر برشی چرخ مانند مرتبط با آشکار ساز نوری تشکیل شده که وظیفه فرستادن نور مادون قرمز را از طریق تعدیل کننده به عهده دارد.

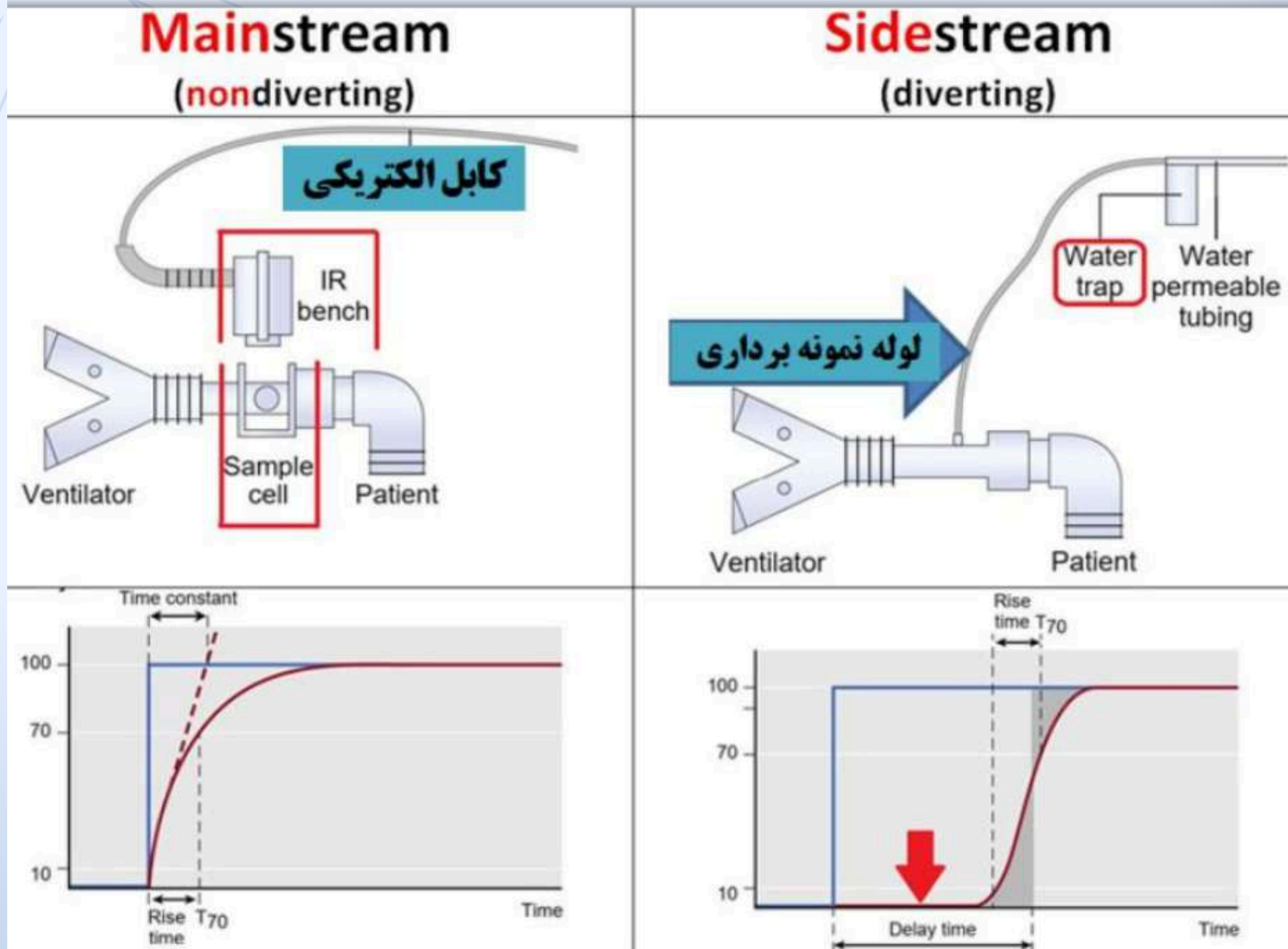
نور مادون قرمز توسط CO₂ در جریان هوای بیرون رونده جذب می شود، سیگنال تولید شده به کاپنوگراف فرستاده شده و نمودار ترسیم می شود



انواع دستگاه کاپنوگراف (Capnograph):

کاپنوگراف نوع **Side stream**:

از گاز موجود در مسیر هوایی از طریق یک لوله کوچک نمونه برداری می کنند در مکانی مشابه با محل قرار گیری سنسور کاپنوگراف Main stream تمامی اندازه گیری ها و پردازش سیگنال در درون خود کاپنوگراف Side stream انجام می شود به روشی مشابه کاپنوگراف Main.



BIOMEDICAL ENGINEERING

برای گازهایی که توسط کاینوگرافهای Sidestream اسپیره میشوند سرانجام چه اتفاقی می افتد؟

این گازها به خاطر وجود هوشبرها و مواد زائد نباید وارد

محیط اتاق عمل شوند و به همین خاطر :

(الف) یا مجددا وارد مدار تنفسی میشوند

ب یا توسط اگزوز دفع میشوند

باید توجه داشت که گازها در این نوع کاینوگراف ، قبل از ورود به قسمت
نمونه گیری باید از فیلترهای متعدد و water trap بگذرند

در زیر تصویری از WATER TRAP میبینید



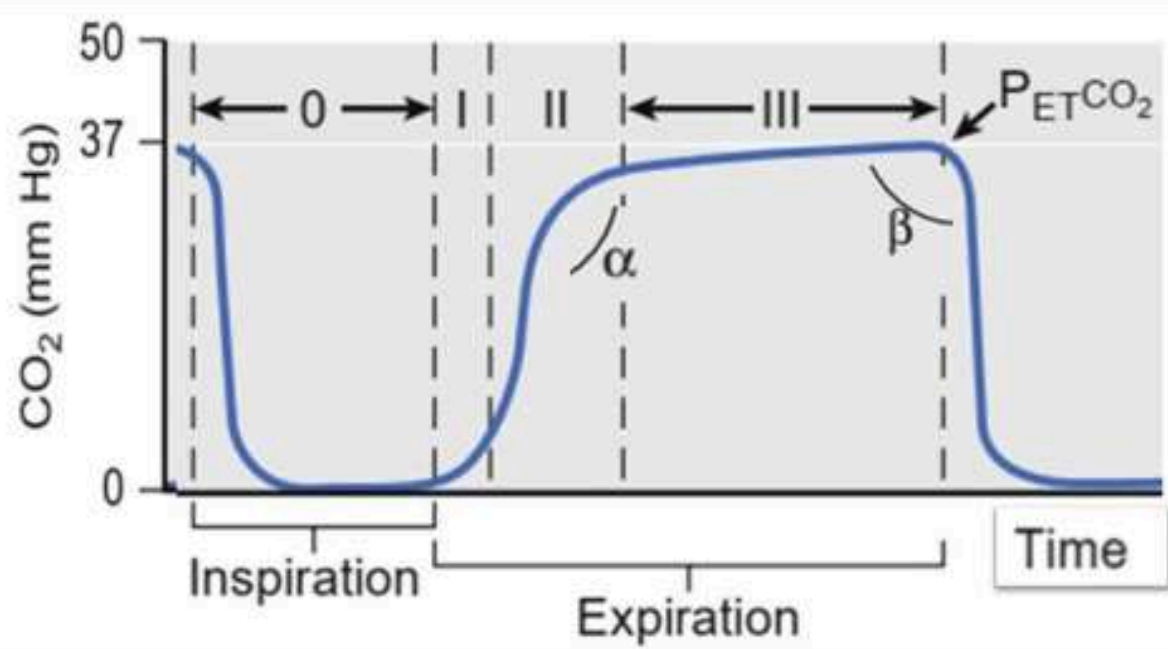
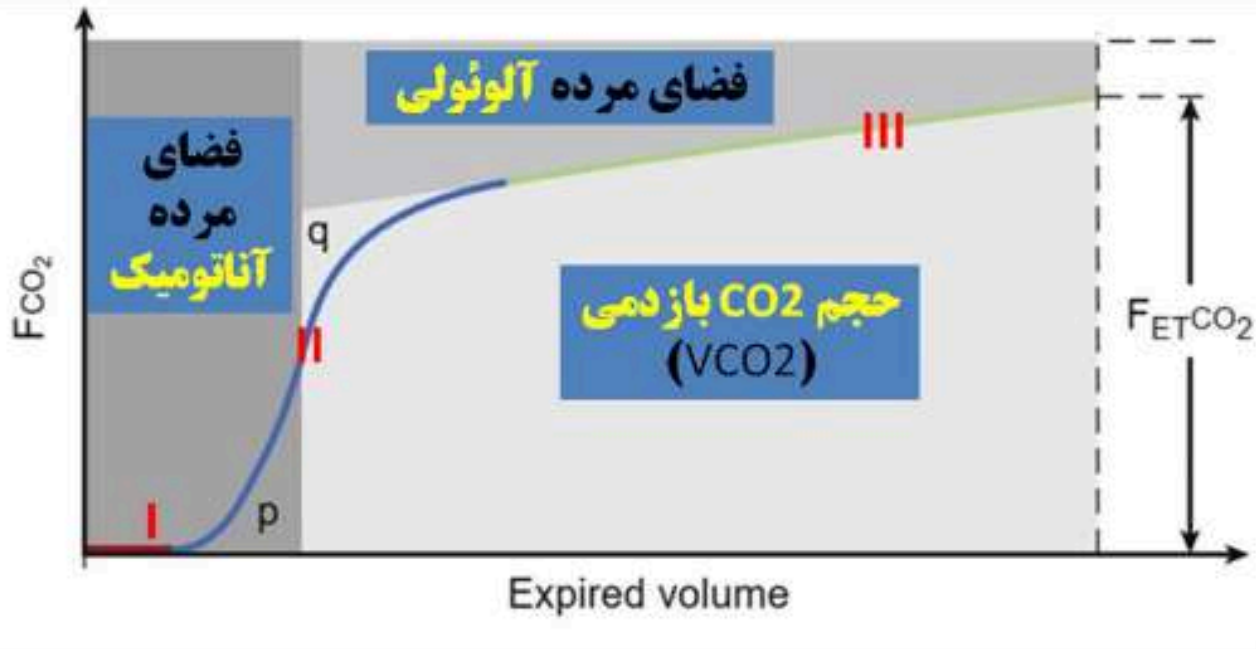
○ ○ ○ ○ CAPNOGRAPH ○ ○ ○ ○

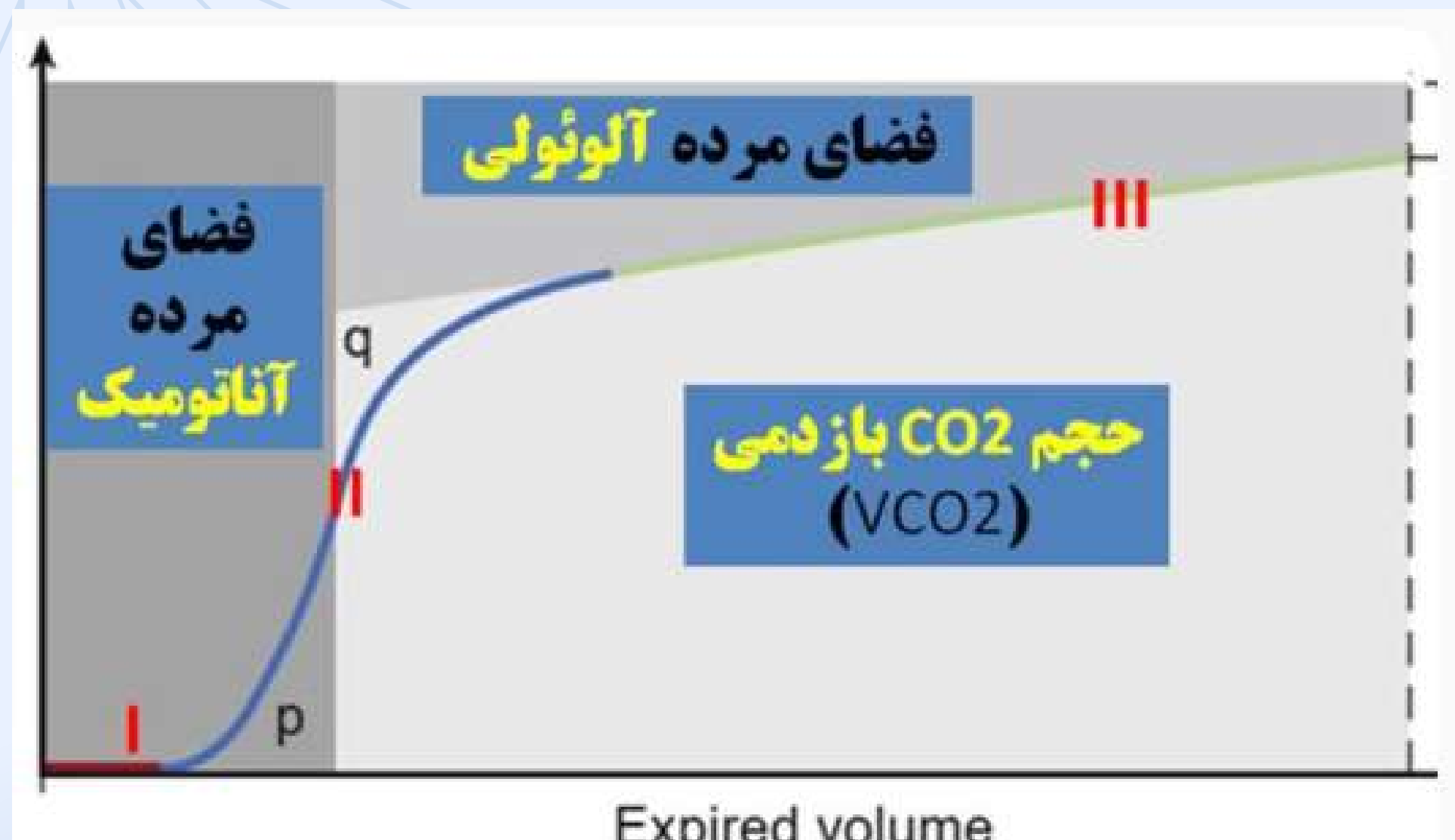
مشخصه های هر کدام از این دو نوع کاپنوگراف

Mainstream (nondiverting)	Sidestream (diverting)	
سریعتر	کندتر	زمان پاسخ دهی (response time)
نور مادون قرمز	نور مادون قرمز	سنجش CO2
گازهای دمی و بازدمی مستقیماً از مسیر نور مادون قرمز عبور می کنند و اطلاعات از طریق کابل منتقل می شود	پمپ یا کمپرسور ، اقدام به آسپیره گاز می کند ✓ سرعت آسپیراسیون = ۳۰ تا ۵۰۰ میلی لیتر در دقیقه ✓ طول لوله آسپیراسیون = ممکن است تا ۶ فوت (تقریباً ۱۸۰ سانتی متر) نیز برسد	روش اندازه گیری
Sample cell مستقیماً در مدار تنفسی بیمار قرار دارد	دور از گازهای مجرای هوایی قرار می گیرد	قرار گیری سنسور
ندارد	دارد	Water trap
ندارد	دارد	delay time
سریعتر	کندتر	Rise time
وجود دارد	وجود ندارد	احتمال سوختگی صورت
	در محیط بالینی کاربرد شایعتری دارد	کاربرد
احتمال آن در مورد این نوع کاپنوگراف بیشتر است ولی با پیشرفت تکنولوژی از این خطر به مرور گاسته می شود		پتانسیل افزایش فضای مرده ؟

CAPNOGRAPH

کاپنوگراف ها را از جهت عملکرد به دو دسته **زمانی** و **حجمی** تقسیم می کنند. مشخصه های هر کدام از این دو نوع کاپنوگراف

Time-based capnography	Volumetric (Volume) capnography
	
محور افقی = زمان	محور افقی = حجم
شامل دم و بازدم است	فقط شامل بازدم است
چهار فاز دارد (سه فاز بازدمی + یک فاز دمی)	سه فاز دارد (سه فاز بازدمی)
محدودیت اصلی: فاقد اطلاعات درباره جریان یا حجم های ریوی	تخمین اجزاء فضای مرده فیزیولوژیک (فضای مرده آناتومیک و آلونولار) تخمین حجم CO2 بازدمی (قسمت زیر منحنی)
شایعتر و ساده تر	حساسیت بیشتر در تعیین تغییرات ناشی از: PEEP جریان خون ریوی پاسخ به برونکودیلاتورها



فضای مرده فیزیولوژیک از کدام اجزاء تشکیل شده اند
یکبار دیگر نگاهی به تصویر کاپنوگراف حجمی میکنیم :

فضای مرده فیزیولوژیک = فضای مرده آناتومیک + فضای مرده آلونولی

فضای مرده آناتومیک = حجم گازی که تنها مجاری هوایی انتقالی (conducting) را اشغال می کند و در تبادل تنفسی شرکت نمیکند (حدود ۱۵۰ میلی لیتر در بالغ)

- فضای مرده آلونولی = حجم گاز آلونولهایی که ونتیله میشوند ولی پرفیوژن صورت نمی گیرد (در تبادل تنفسی شرکت نمی کند)

BIOMEDICAL ENGINEERING

ویژگی‌های فرم موج کاپنوگرافی چیست؟

مانیتور کاپنوگرافی (مانیتور etco_2) شکل موج Capnography را نمایش می‌دهد که دارای پنج ویژگی مهم است که باید به آنها توجه کرد.

1. فرکانس.

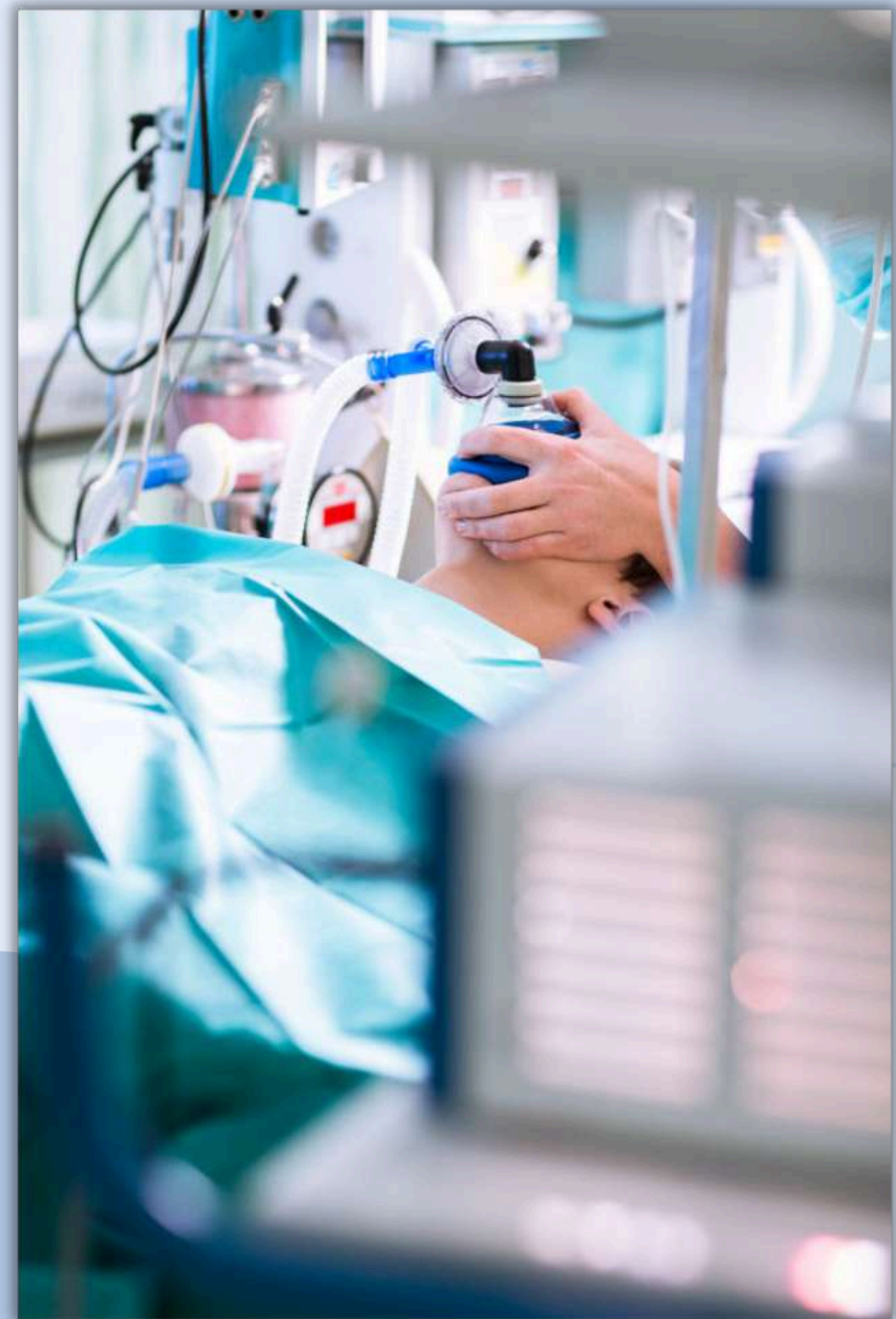
2. ریتم.

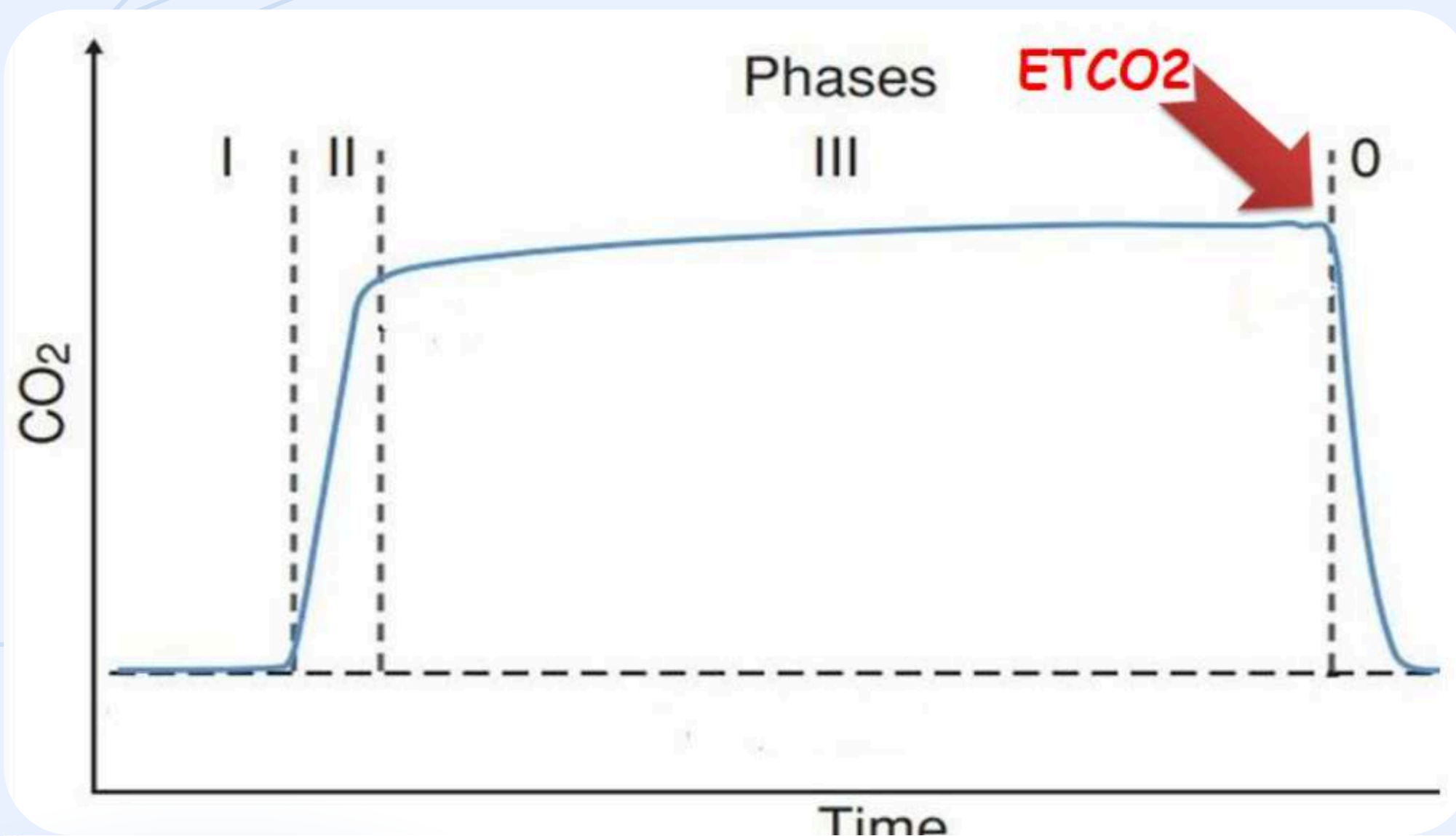
3. قد.

4. پایه.

5. شکل دادن.

شکل موج باید به خط پایه برگردد، فرکانس باید با تعداد تنفس بیمار مطابقت داشته باشد. ارتفاع شکل موج کاپنوگرافی باید بین 35 میلی‌متر جیوه و 45 میلی‌متر جیوه باشد، که قرائت غیرعادی طبیعی است.





فازهای مختلف یک کاپنوگرام کدامند ؟

کاپنوگراف زمانی (Time capnography) زاویه
آلفا و بتا

زاویه آلفا زاویه بین فاز II و فاز III

زاویه بتا = زاویه بین فاز III و فاز صفر

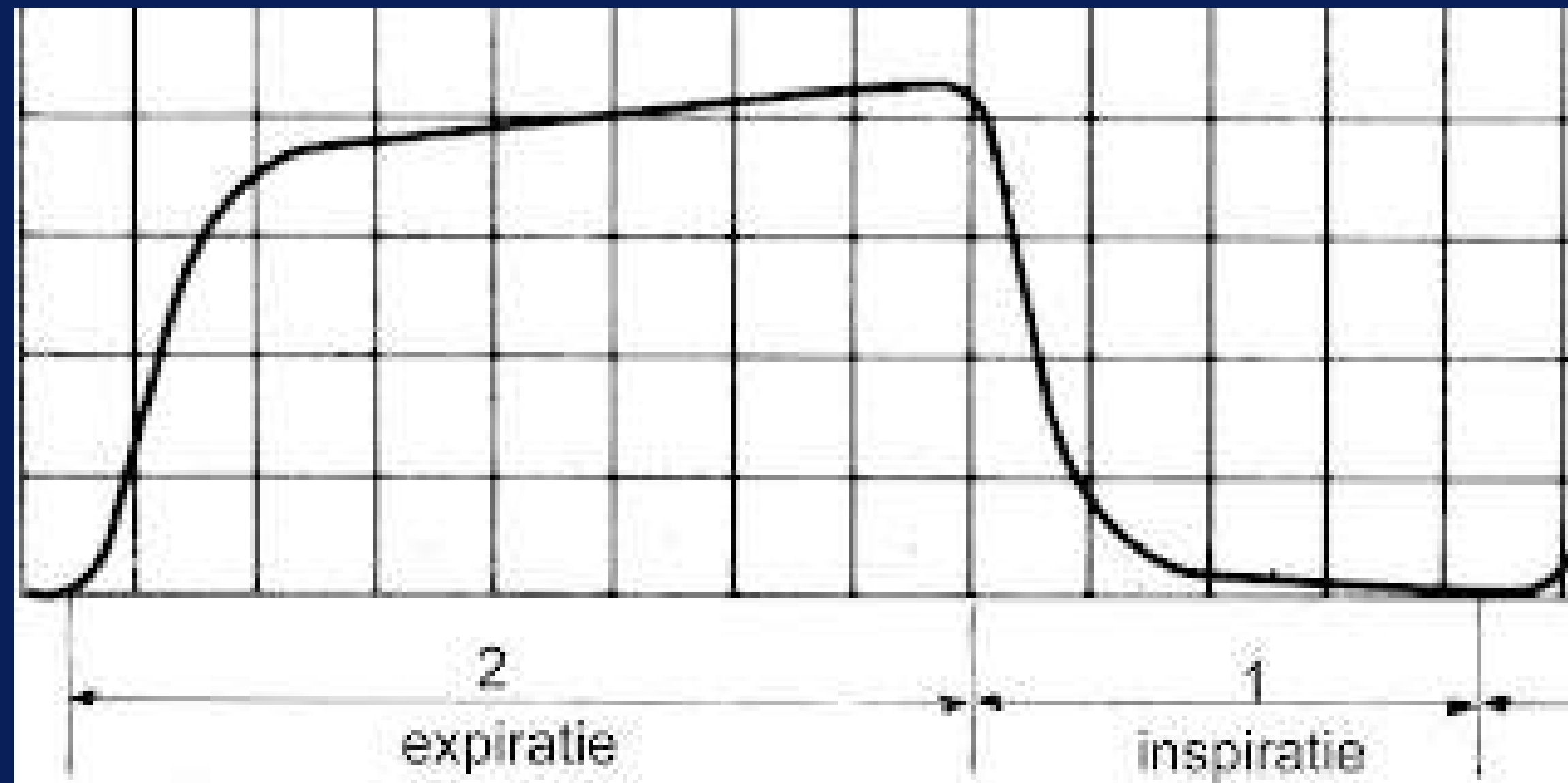
فاز	مرحله	کاپنوگراف	نام رایج	
I	بازدم	زمانی، حجمی	فضای مرده آناتومیک	فضای مرده آناتومیک (مجاری هوایی انتقالی که در تبادل گازی شرکت نمی کنند)
II	بازدم	زمانی، حجمی	TRANSITIONAL	فضای مرده + گاز آکونولار
III	بازدم	زمانی، حجمی	پلاتو	گاز آکونولار
صفر	دم	فقط زمانی	دمی	شیب تند رو به پایین

CO2 **صفر** است (اگر بالاتر
از صفر برود سبب بالارفتن
خط پایه می شود)

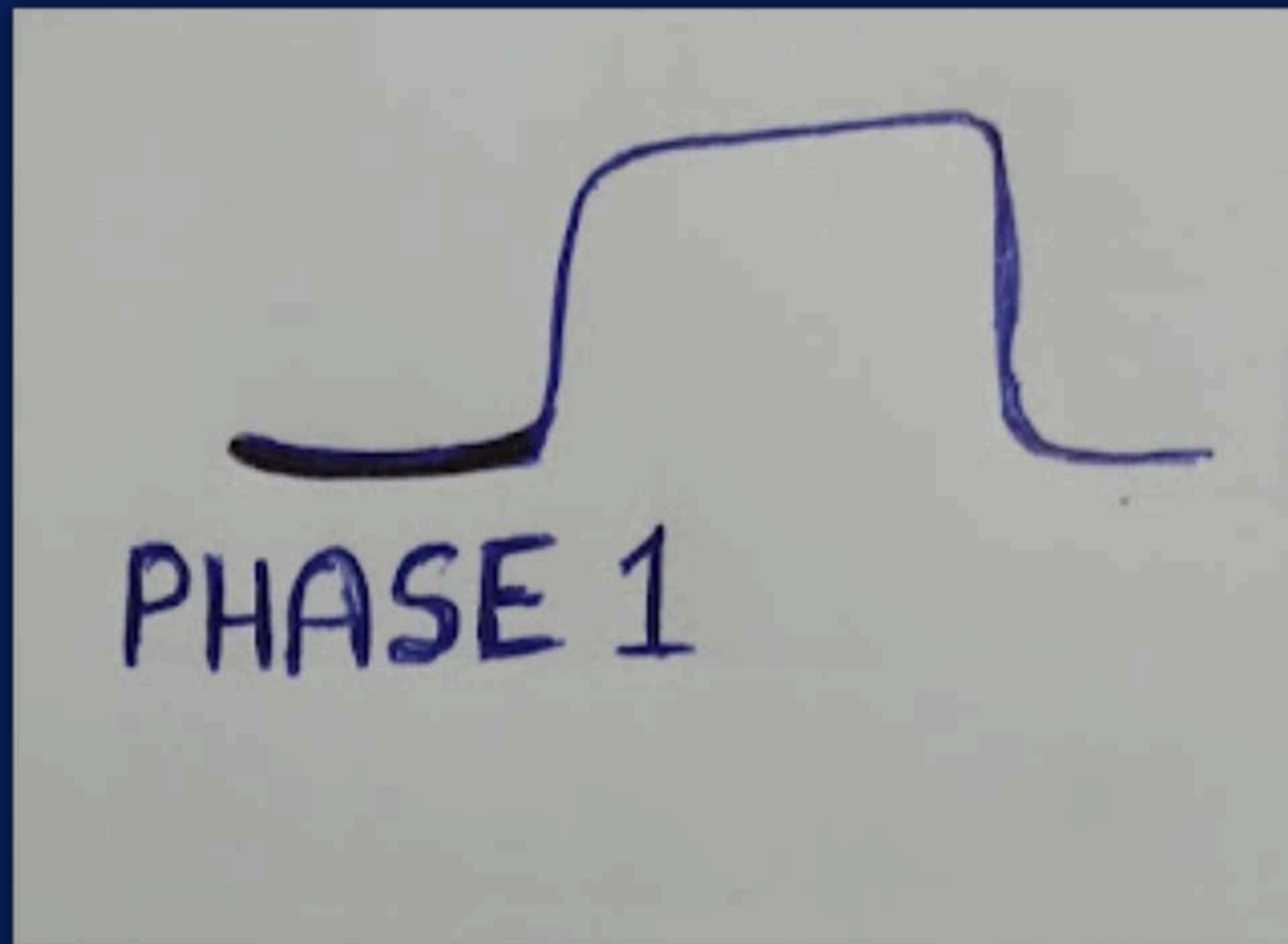
شیب تند رو به بالا

این فاز **تقریباً** صاف است و
به قسمت آخر آن **ETCO2**
گفته می شود

WHAT IS CAPNOGRAPHY WAVEFORM?



WHAT IS CAPNOGRAPHY WAVEFORM?

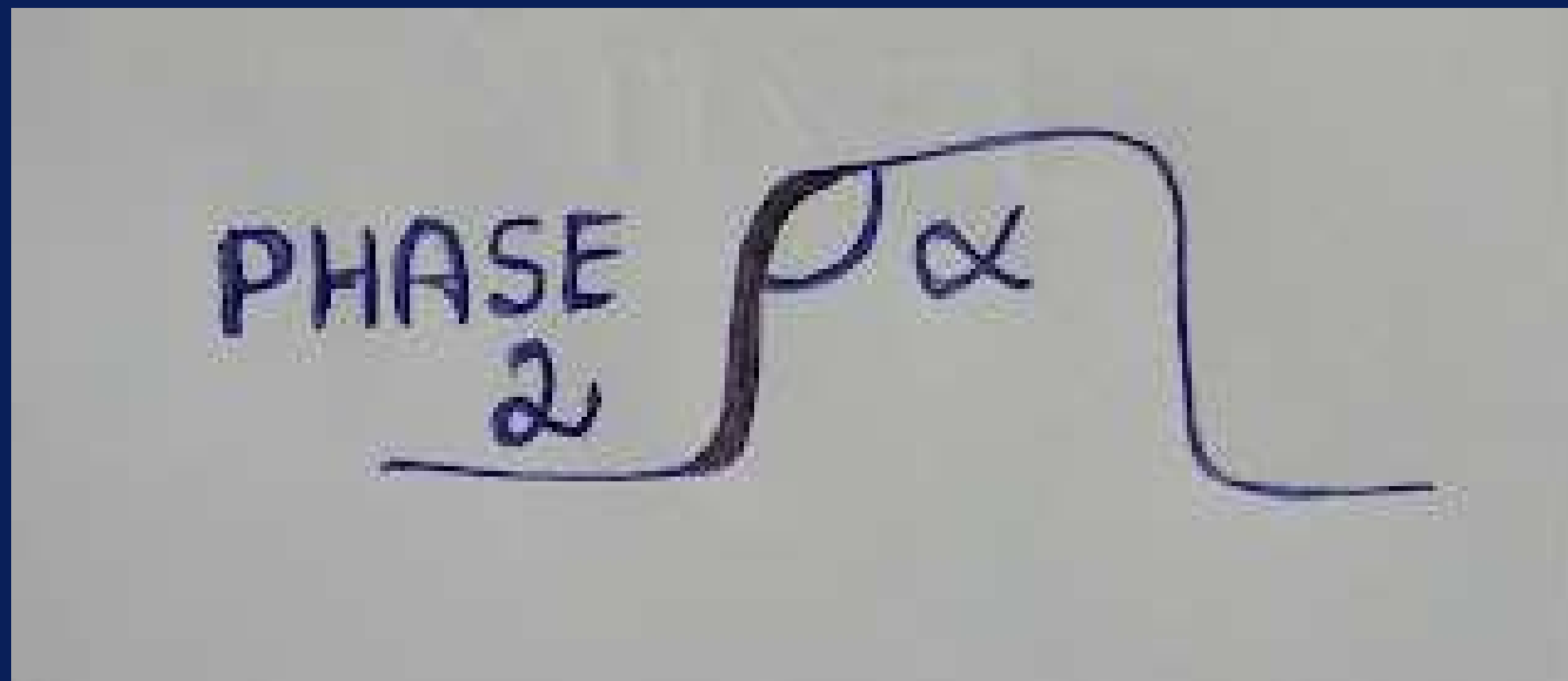


Phase 1:

کاپنوگرافی فاز 1 یک خط پایه
دمی است که به دلیل گاز دمیده
شده با سطوح پایین دی اکسید
کربن است.



WHAT IS CAPNOGRAPHY WAVEFORM?



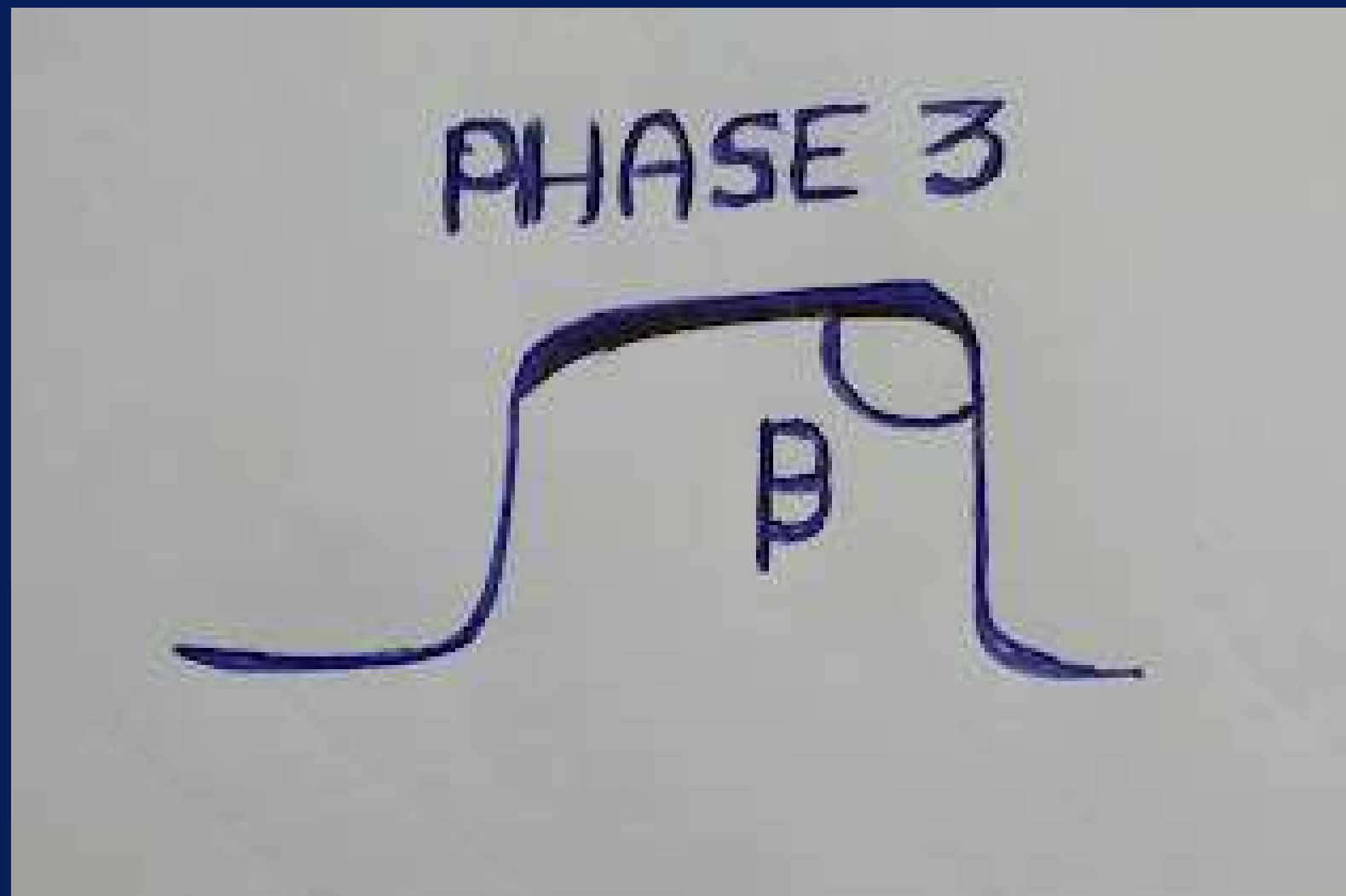
Phase 2:

فاز 2 یک حرکت بازدمی است که در
حین بازدم هم گاز فضای مرده و هم
گاز آلوئولی رخ می دهد (CO₂ از
آلوئول ها به راه هوایی فوقانی
می رسد و با هوای فضای مرده مخلوط
می شود). بنابراین CO₂ در هوای
بازدمی تشخیص داده می شود.
انتقال از فاز 2 به فاز 3
کپنوگرافی زاویه آلفا نامیده می

شود.



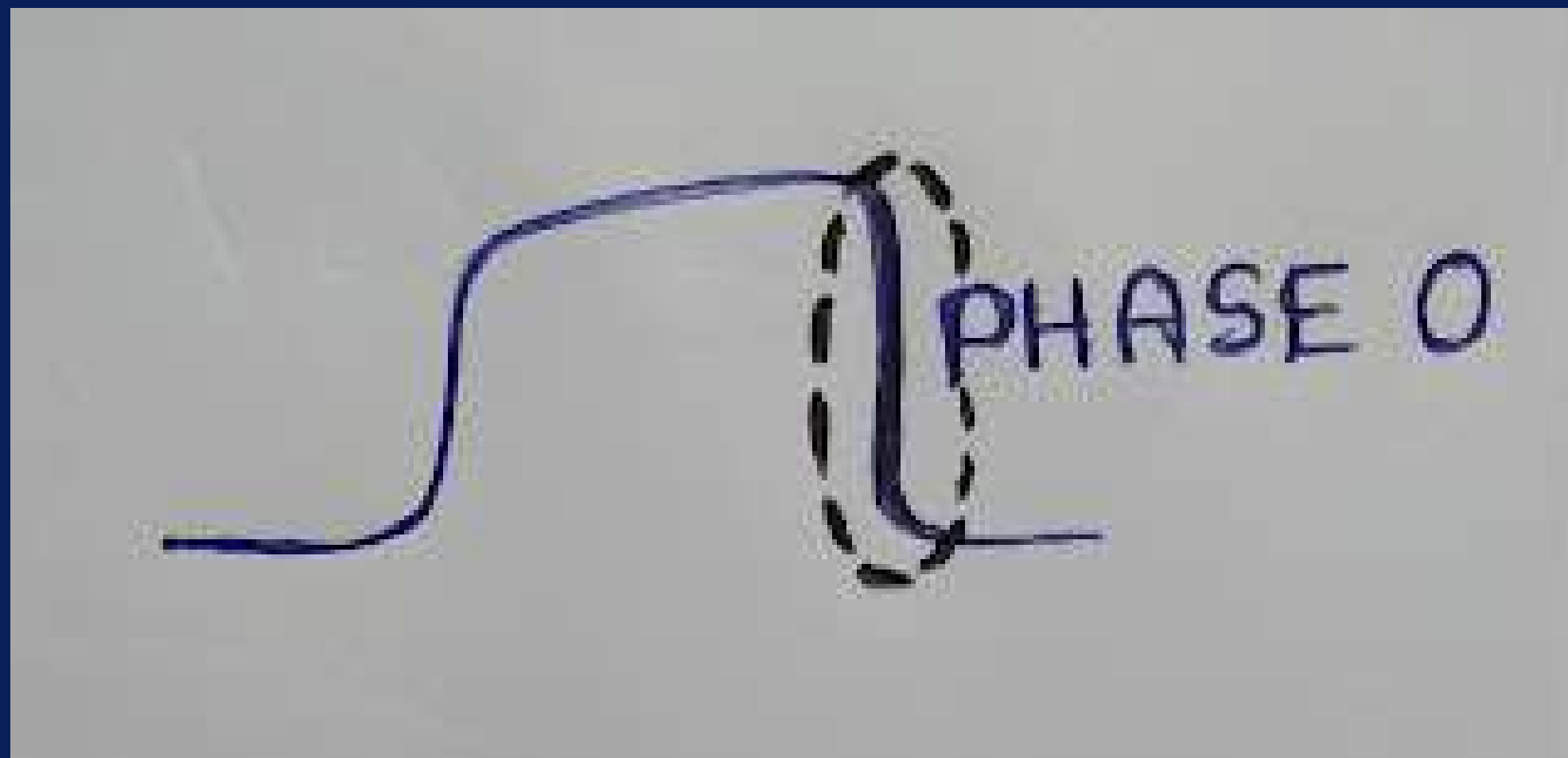
WHAT IS CAPNOGRAPHY WAVEFORM?



Phase 3:

کاپنوگرافی فاز 3 یک فلات آلوئولی است که آخرین گاز آلوئولی در آن بازدم می شود. فلات آلوئولی کمی به سمت انتها شیب دارد. پایان فاز 3 پایان بازدم است که به این معنی است که پایان بازدم دارای بالاترین مقدار CO_2 است، بنابراین به آن EtCO_2 (دی اکسید کربن با عنوان یا منقضی شده) می گویند و در مانیتور نمایش داده می شود. انتقال از فاز 3 کاپنوگرافی به فاز 0 زاویه بتا نامیده می شود. زاویه بتا برای دسترسی به تنفس مجدد استفاده می شود. اگر تنفس مجدد رخ دهد زاویه آن بیشتر از 90 درجه است.

WHAT IS CAPNOGRAPHY WAVEFORM?

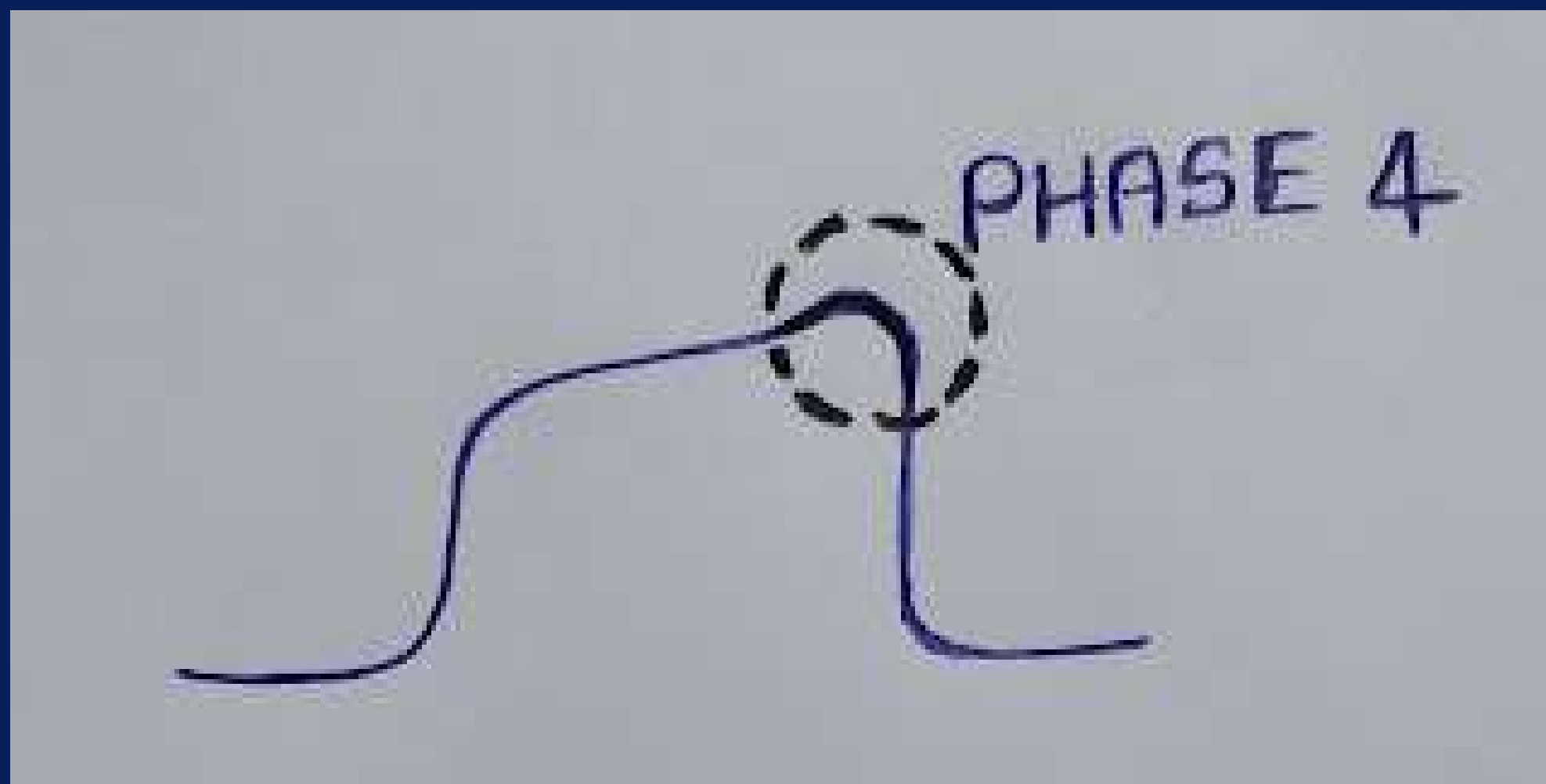


Phase 0:

فاز 0 یک حرکت پایین دمی است که آغاز الهام بعدی است. اکسیژن راه هوایی را پر می کند و سطح CO₂ به صفر می رسد. بازگشت به خط پایه فاز 0 نامیده می شود.



WHAT IS CAPNOGRAPHY WAVEFORM?

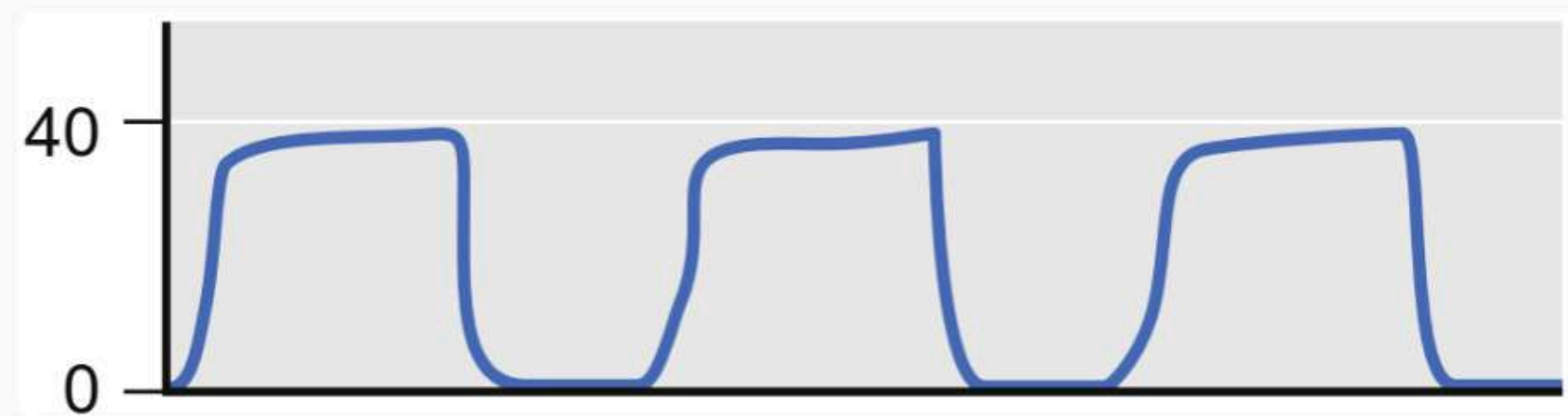


Phase 4:

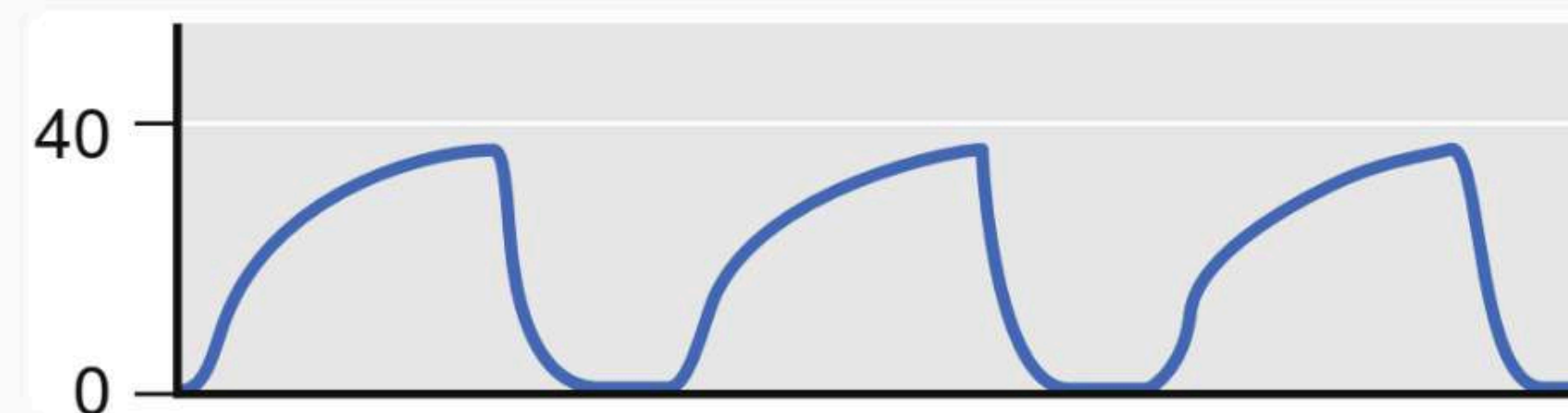
یک مرحله اضافی به نام فاز 4 وجود دارد که یک ضربه نهایی (بالا سریع) است که در دوران بارداری دیده می شود.



منحنی های کاپنوگراف زمانی (Time capnograph) مختلف و علل ایجاد کننده آنها را در ذیل ملاحظه می کنید : (میلر ص ۱۳۱)



کاپنوگرام نرمال (زیر ونتیلاتور)

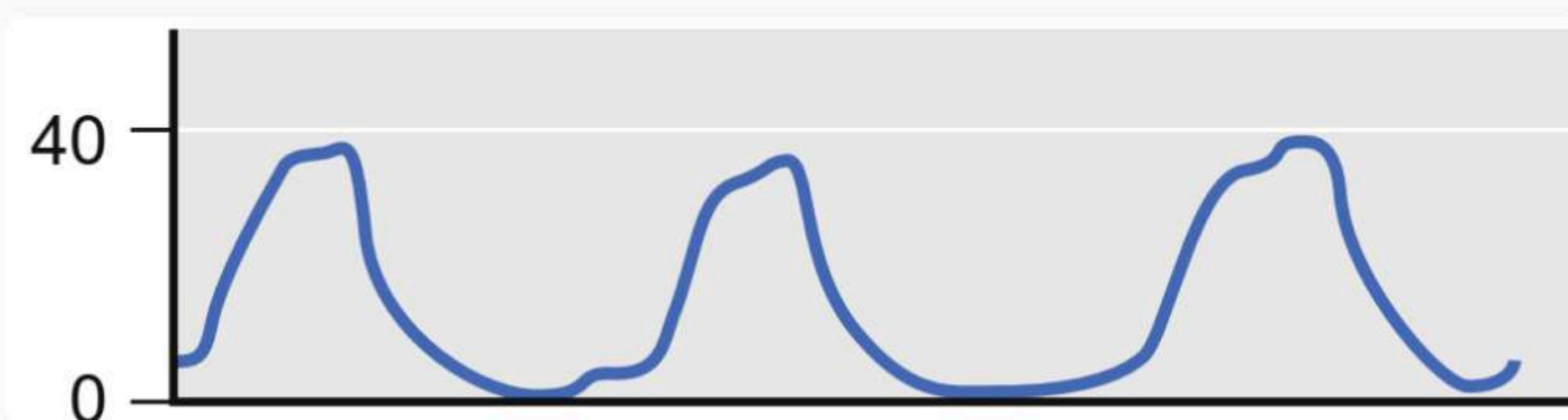


افزایش شیب صعودی فاز III در اثر :

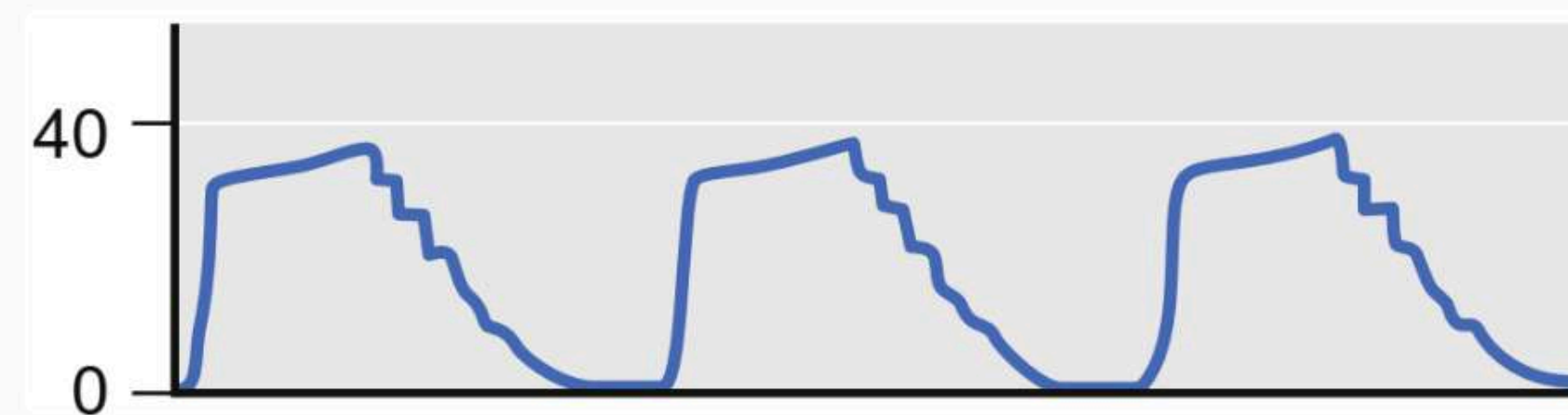
— برونکواسپاسم (آسم ، COPD)

— انسداد نسبی لوله تراشه

— انسداد نسبی مدار (circuit) تنفسی



کاپنوگرام نرمال (حین تنفس خودبخودی)



cardiogenic oscillations / در انتهای بازدم ، طپش قلب باعث تخلیه نواحی مختلف ریه و حرکت ارتعاشی (بین گاز دفعی و گاز تازه) می گردد

منابع :

<http://medicalequipment.ir>
<https://www.biomedicalviews.com/2020/07/capnography.html>
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0258647>
<http://zalbme.com/capnograph-device/>
<https://sapa.ir/product/bis-monitoring-ioa-vision/>
<https://www.getbodysmart.com/spirometry/>
<http://zalbme.com/spirometer/>
<https://goodbarg.ir/%D8%AF%D8%B3%D8%AA%DA%AF%D8%A7%D9%87-%D9%85%D8%A7%D9%86%DB%8C%D8%AA%D9%88%D8%B1%DB%8C%D9%86%DA%AF-%D8%AD%D8%AC%D9%85-%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D8%AA%D9%86%D9%81%D8%B3%DB%8C/>
<https://anesthesianotes.ir>
<https://gmed.ir/special-sale/depth-anesthesia-monitoring>



THANK YOU

✉ Qasemian.hadi@gmail.com

