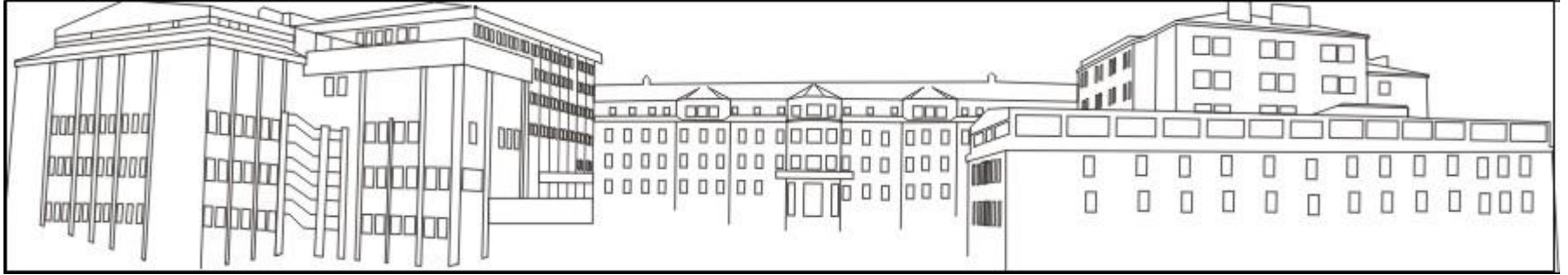




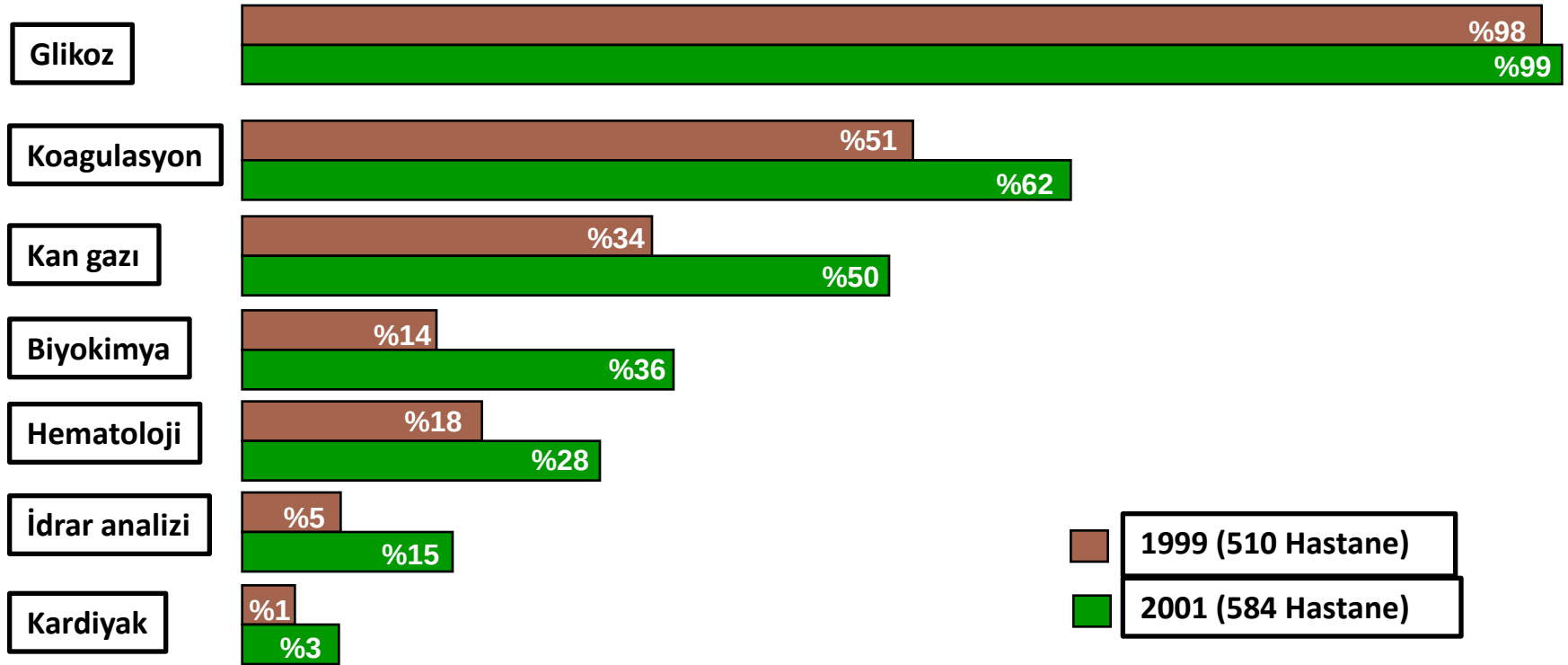
Hasta Başı Test Olarak Kan Gazları: Preanalitik Süreç



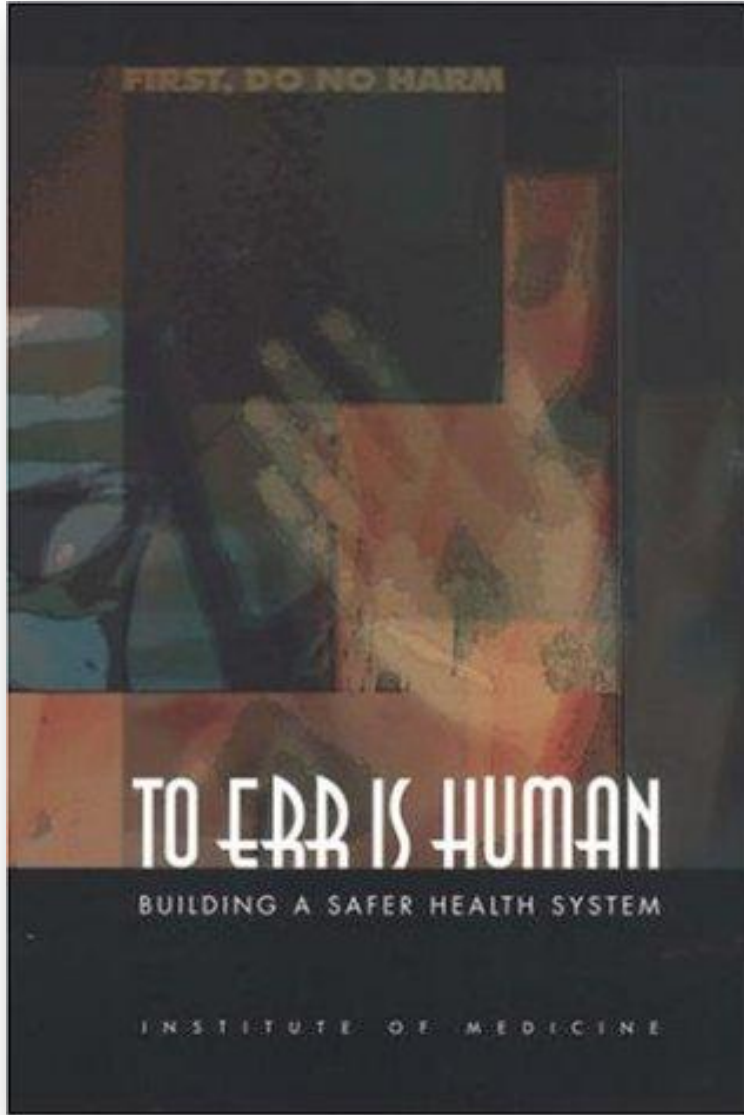
Doç. Dr. Turan Turhan
Ankara Numune Eğitim
ve Araştırma Hastanesi
Klinik Biyokimya Eğitim Görevlisi

Türk Biyokimya Derneği Aylık Toplantıları
4 Haziran 2014 ODTÜ Mezunlar Derneği Tesisleri

Hasta Başı Testi Olarak Sadece Glikoz Kullanılmaz



Errare humanum est

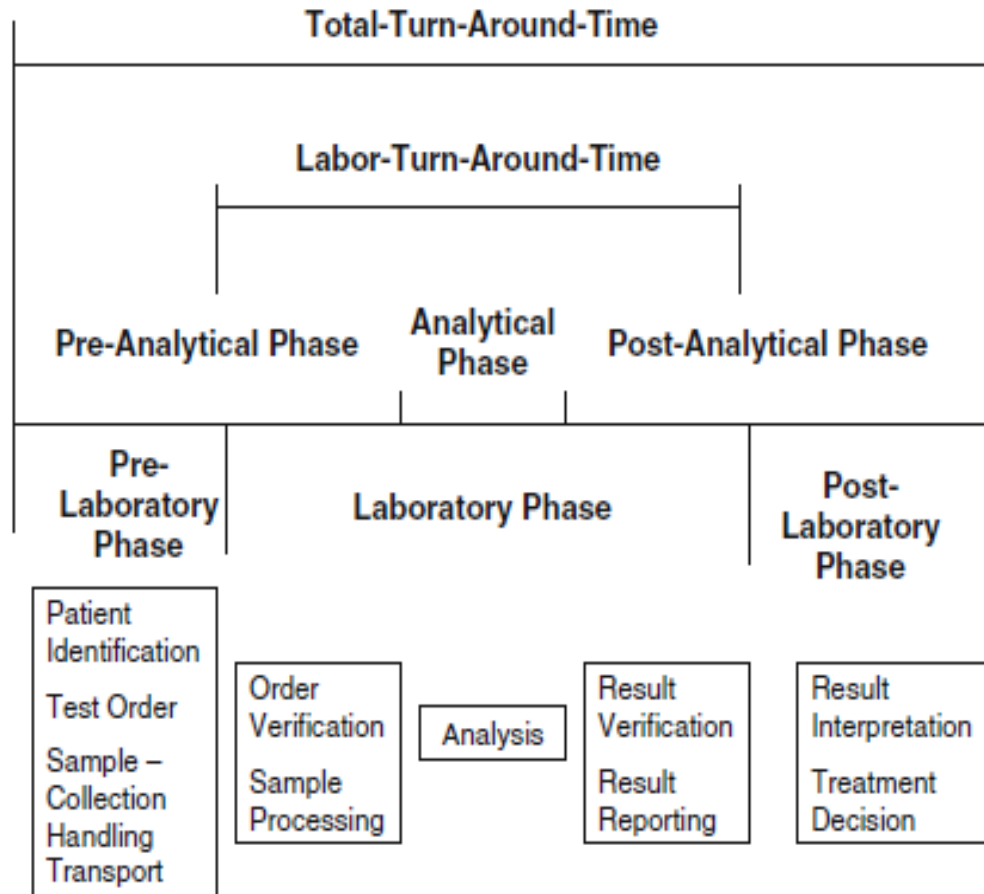


- ABD'de her yıl **98.000** kişi önlenebilir medikal hatalar nedeniyle hayatını kaybetmektedir (268/günde)
- Amaç ; hükümet, sağlık sektörü vb. kurum ve kuruluşların katılımıyla gelecek beş yıl içerisinde bu sayının %50 azaltılmasıdır.

published on November 1, 1999



Tıbbi Laboratuvar Test Süreçleri



TESTLERİN İSTENMESİ-ÇALIŞILMASI VE RAPORLANMASI SIRASINDA ORTAYA ÇIKAN HATALAR

PREANALİTİK
%46-68

ANALİTİK
%7-13

POSTANALİTİK
%19-47

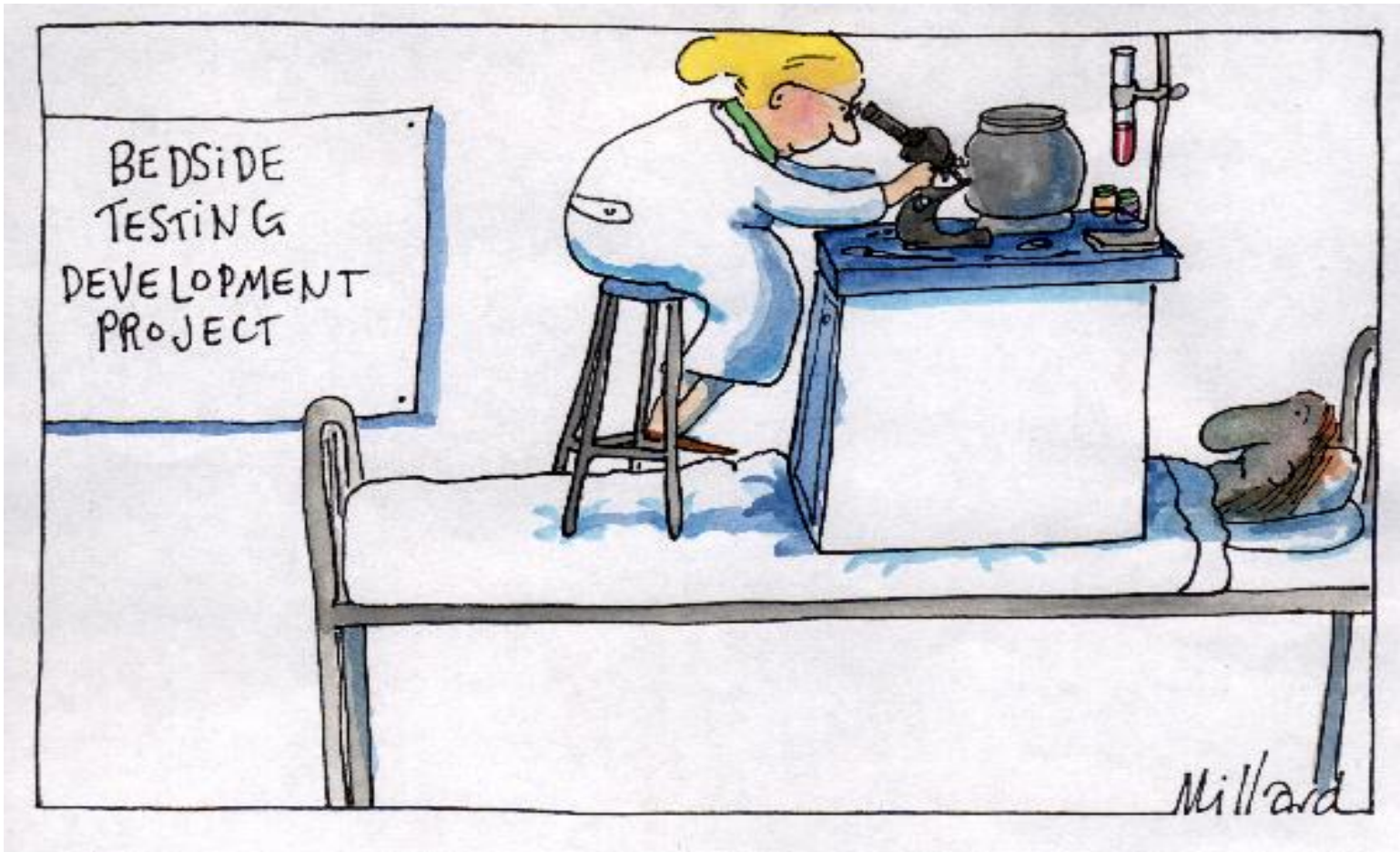
Pre-analitik EQAS Örnekleri

Method	Pre-analytical issues studied	Frequency	Performed by
Type I. Registration of procedures			
Registration of procedures <i>via</i> web-based multiple choice questionnaire	Clinical chemistry: Hemolysis, stability of samples (2011) Hemostasis testing: Phlebotomy, sample handling and sample acceptance (2012) Glucose: Sample handling and sample treatment (2013)	1 x year	Norwegian Clinical Chemistry EQA program (NKK) Not published
Registration of procedures <i>via</i> web-based multiple choice questionnaire	Hemostasis testing	2 x year	ECAT/INSTAND 2011 (25)
Clinical case-based European EQAS covering pre-analytical, analytical and post-analytical phase. Five sets of multi-specimen samples	Porphyria: Case history based test ordering	2 x year	Norwegian Porphyria Centre (NAPOS)/The European Porphyria Network (EPNET) (26)
Registration of procedures <i>via</i> web-based multiple choice questionnaire	5 general pre- and post-analytical questions, 5 questions within specific disciplines (i.e. coagulation, hematology, immunology, microbiology)	2 x year	* Quality Control Center Switzerland (CSCQ)
Registration of procedures <i>via</i> multiple choice questionnaire	Urine chemistry, clinical chemistry	4 x year	* WEQAS
Registration of procedures <i>via</i> web-based multiple choice questionnaire	Hematology, sample handling	1 x year	* INSTAND
Type II. Circulation of samples simulating errors			
Circulate samples for extraction of RNA/DNA	Sample preparation for DNA and RNA testing	1 x year	SPIDIA-DNA, 2012 SPIDIA-RNA, 2011 European Commission (EC) (33, 34)
Circulate samples	Sample indices – Iipemic, Icteric, hemolysis index	4 x year	* WEQAS
Type III. Registration of errors/adverse events			
Q-Track (since 1998, 1 x year, ongoing) programs, registration of error rates	Patient/sample identification, specimen handling/preparation, specimen acceptability, customer satisfaction	4 x year	College of American Pathologists (CAP) (39)
Registration of rejection of samples	Registration of the rejection rate and causes for rejecting the samples during 1 month or 100 rejections	2 x year	Committee for the Quality of the Extra-analytical phase (started within The Spanish Society of Clinical Chemistry and Molecular Pathology (SEQC) in 1998 (41)
Registration of key incidents which represent either the most frequent or most serious incident	Patient identification, incorrect patient preparation, phlebotomy, sample preparation/handling and sample acceptability	4 x year	Key Incident Monitoring and Management Systems Quality Assurance (KIMMS QA) 2009 (43).
* Personal communication at the EQALM meeting in Bucuresti in 2013 where the participants were asked if they had any pre-analytical EQAS. Three EQA organizers replied: WEQAS (Annette Thomas, http://www.weqas.com/eqa/index.html) INSTAND (http://www.instandev.de), and CSCQ (Dagmar Kessler, http://www.cscq.ch)			

İÇERİK

- **Hasta başı kan gazı cihazlarının kullanılması**
- **Kan Gazı Neden Önemli**
- **Kan Gazı Ölçüm Endikasyonları**
- **Kan Gazı Ölçüm Yöntemleri**
- **Kan Gazı Preanalitik Hatalar**

NEREDEEEEN NEREYE



9 Ekim 2013 ÇARŞAMBA Resmî Gazete

Sayı : 28790

- **TIBBİ LABORATUVARLAR YÖNETMELİĞİ**
- Hasta başı testleri: Kalıcı ve özel bir alan gerektirmeksizin, hastanın bulunduğu yerin yanında hemşire, hekim, tıbbi laboratuvar teknikeri veya tıbbi laboratuvar teknisyeni tarafından gerçekleştirilen, elde taşınabilen veya hasta başına geçici olarak getirilebilen kit, cihaz veya aygıtlar ile yapılabilen testleri,

Hasta Başı Test Cihaz Sorumlusu

- Hasta başı test cihazlarının envanteri tutularak, kalibrasyon ve kalite kontrol çalışmaları ile bu cihazlarda çalışılmış olan tüm test sonuçları kayıt altına alınır. Bu cihazların kullanıldığı birimlerde, hasta başı test cihaz sorumlusu belirlenir ve sorumlu, kalite kontrol sonuçlarını **tıbbi laboratuvar uzmanına** bildirir.

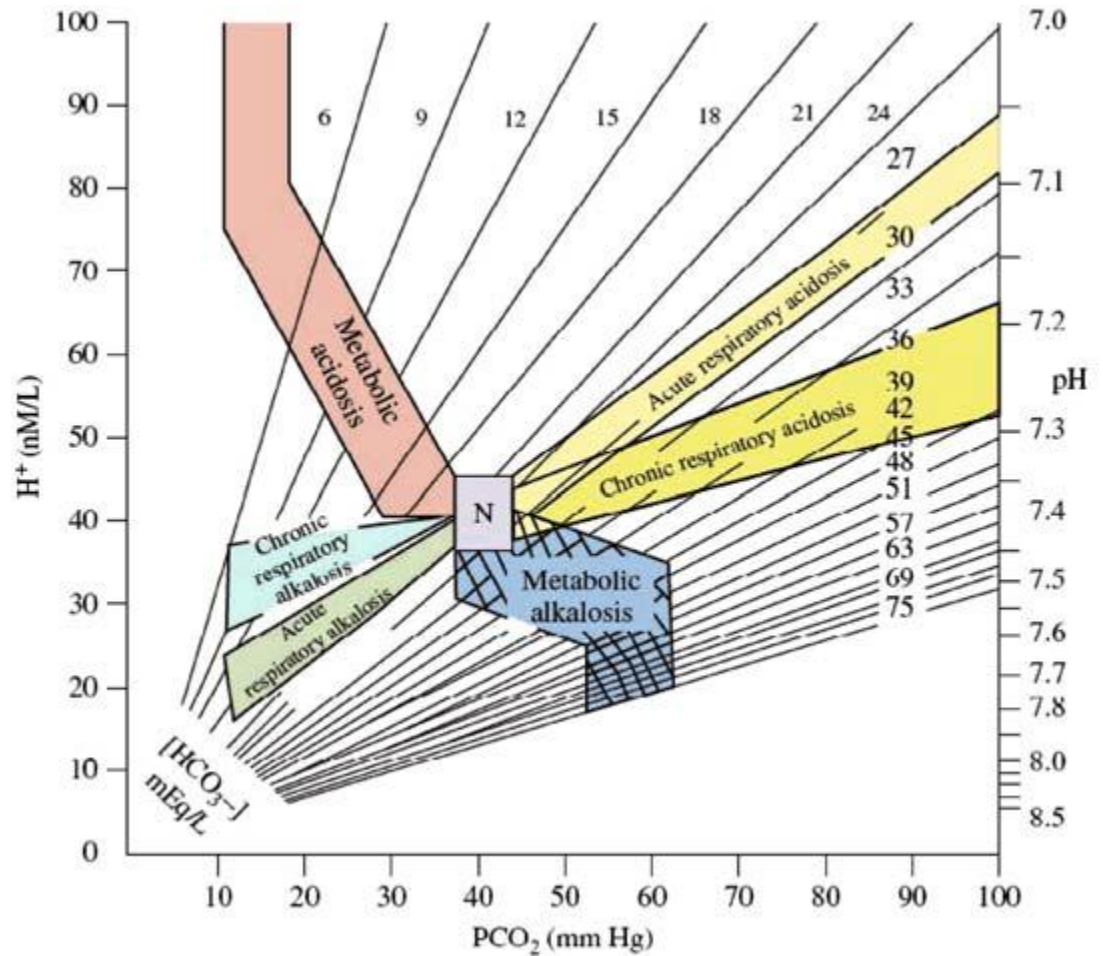
Kan Gazı Parametreleri

Ölçülen Parametreler

- pH
- pO_2
- pCO_2
- Hb
- Glikoz, Laktat, T.Bil.
- Elektrolitler (Na, K, Cl, i.Ca, Mg)

Hesaplanan Parametreler

- sO_2
- HCO_3^-
- P_{50}
- $p(A-a)O_2$
- $FShunt$
- ctO_2
- SBE
- Anion gap



Kan Gazı Testi Farklıdır!

- **En kritik laboratuvar sonuçlarından biri**
- **Hasta durumu önemli**
- **Tedavi/müdahale hemen uygulanır**
- **Hızlı güvenilir sonuç**
- **İnvazif kan alma prosedürü**
- **Örnek stabilitesi sınırlı**
- **Düşük hata payı / biyolojik varyasyon**
- **Seri ölçümlerde küçük farklılıklar klinik olarak anlamlı**

Kan Gazı Endikasyonları

Hücrel üretim
 CO_2 'nin
ventilasyonla
uzaklaştırılması

PCO_2

Kan asiditesi

pH

Kanın
oksijenasyonu

PO_2

Hemoglobin
Oksijenasyon

O_2 sat

Tampon
kapasitesi

HCO_3^-

Oksi Hb
deoksi Hb
karboksi Hb
met-Hb

Hb düzeyi

Kan Gazı Analiz Yöntemleri

Noninvaziv

- ❖ Transkutanoz ölçümler
- ❖ Pulse oksimetre
- ❖ Kapnografi

İnvaziv

- ❖ Arterial / venöz ölçüm

Transkutanöz Kan Gazı Analizi



Transkutanöz Kan Gazı Analizi

- Isıtılmış ciltteki vasodilate damarlardan difüzyonla geçen gazlar ölçülür
- pO_2 ve pCO_2 ölçümleri yapılır
- Çalışma prensibi kan gazı analizörlerindeki ile aynı
- Minyatürize edilmiş kan gazı elektrotlarından oluşur

Transkutanöz Kan Gazı Analizinde Sınırlamalar

- Düşük kardiyak indeks, şok, hipotermi veya ölçüm noktasına uygulanan mekanik basınç
- Uygun olmayan ölçüm yeri
- Ödemli bölgeler
- Probla hasta cildi arasında ciltten CO₂ çıkışına ve çevredeki havayla karışmasına neden olan elverişsiz temas
- Arteriyo-venöz şantlar

PULSE OKSİMETRE

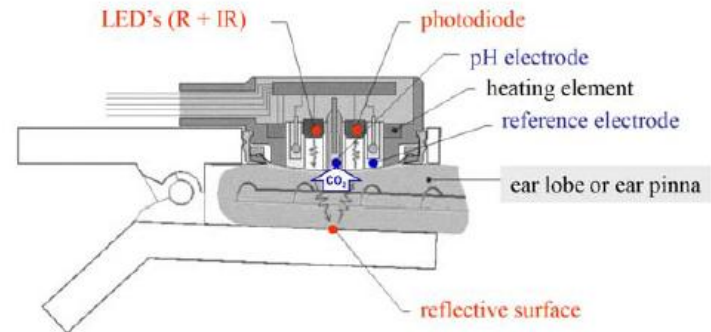


Pulse Oksimetrenin Prensibi

Pulse oksimetrenin iki temel prensibi vardır

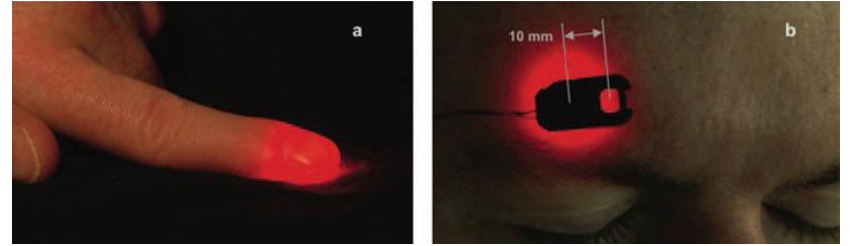
Spektrofotometre
Oksihemoglobin ve
deoksihemoglobin
yüzdelerini belirler

Fletismografi
Nabız ve kalp ritmi



Pulse Oksimetre

- Desature ve oksijenize hemoglobinin farklı dalga boylarında ışığı absorbe etmesi prensibine göre çalışır



- İki farklı dalga boyunda ölçüm yapılır
- Prob kulak memesi veya parmak ucuna takılır
- %75 satürasyonun altında daha az güvenilirdir
- PaCO₂ için bilgi vermez

$$SaO_2\% = \frac{HbO_2}{(HbO_2 + DHb)} \times 100$$

OKSİMETRE İLE YANLIŞ DEĞERLENDİRME NEDENLERİ

- Parlak ışıklandırma
- Hipotansiyon
- Düşük perfüzyon
- Vazokonstriksiyon
- Arteriyo-venöz şuntlar
- Tırnak cilası ve ojesi

OKSİMETRE İLE YANLIŞ DEĞERLENDİRME NEDENLERİ

- Hipotermi
- Ödem
- Hareket, titreme ve konvülzyon
- Optik problemler, elektriksel interferans ve ışık interferansı
- Zamanda gecikme

Kapnometre / Kapnografi

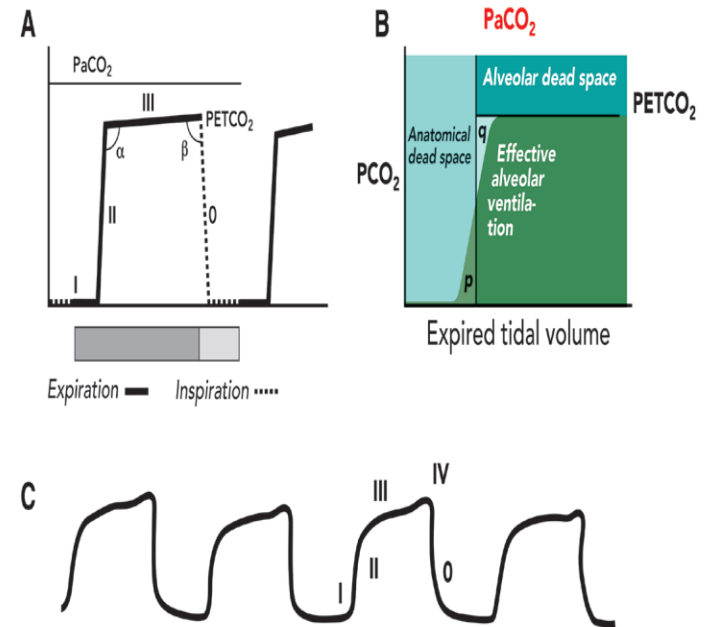


Kapnometre/Kapnografi

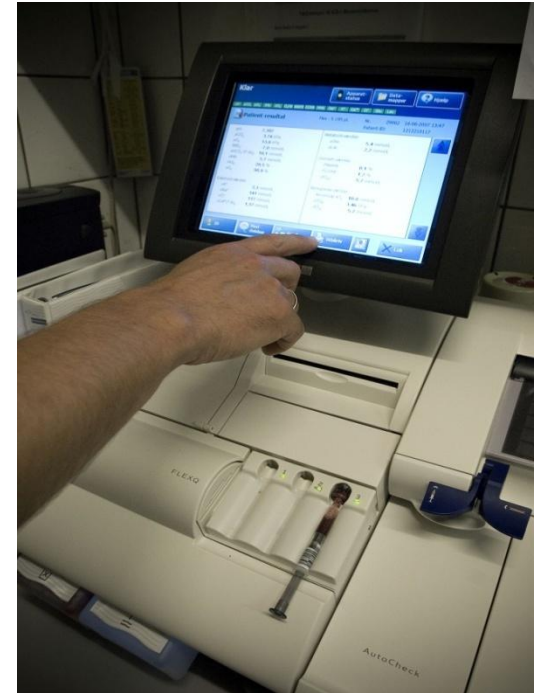
- İnspirasyon/Ekspirasyon havasındaki CO_2 'nin partial veya yüzde olarak ölçümü
- Kapnografi CO_2 seviyesi devamlı, grafik olarak anında verilir,

☐ Spektrometre

☐ İnfrared analizör



HASTA BAŞI KAN GAZI ANALİZİ



Hasta Başı Kan Gazı Cihazlarının Avantajları

- Test istem sonuç süresinin azalması
- Örnek hacminin azalması
- Transport gereksinimi yok
- Yanlış tanımlamaların azalması
- Mobilize gereksinimlerde kullanılabilme
(pO_2 yüksek seviyede deniz seviyesinden
%25 düşük)

Hasta Başı Kart Testler

Heparinize kan örneği hasta başı test cihazına yüklendiğinde

pH

Direkt potansiyometre ile ölçülür

PaCO₂

Direkt potansiyometre ile ölçülür

O₂

Amperometre ile ölçülür

Yukarıdaki veriler kullanılarak

Baz excess

HCO₃⁻

SpO₂

tCO₂

DEZAVANTAJ

- Yüksek maliyet
- Yetersiz doğruluk

Test İstem-Sonuç Süresi

(Pre-analitik / Analitik / Post-analitik)

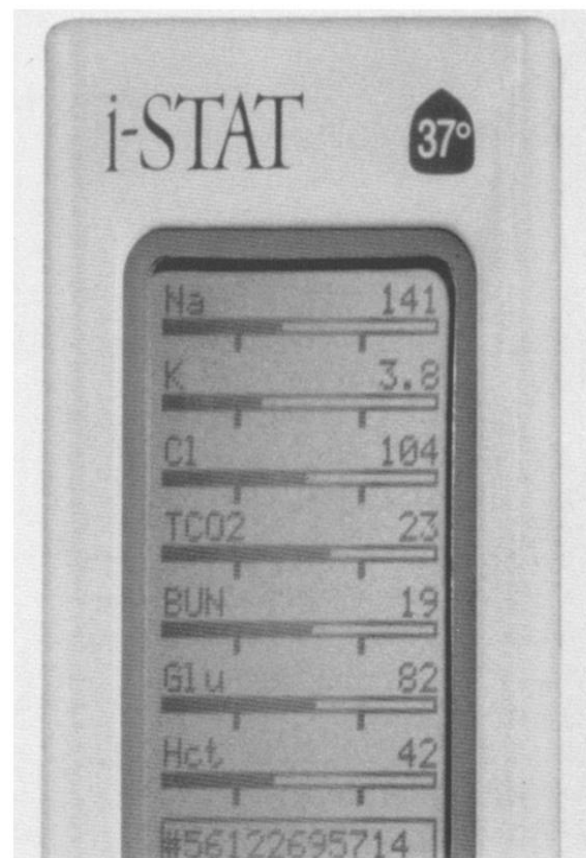
		TAT (Total, h)	Intra laboratory TAT	Contribution of analytical phase in TAT (approx, %)	Contribution of pre- and post-analytical phase in TAT (approx, %)
WARD	Electrolytes	4.5–5.5	1–1.5 h	30	70
	Prothrombin time	4.5–5.5	30 min	15	85
	Routine chemistries	4.5–5.5	1.5–2 h	35	65
OPD	Prothrombin time	1	30 min	50	50
	Rest of the chemistries	24	2.5–3 h	15	85
EMERGEN.	All parameters	1–1.5	45 min	50	50

Table 1. Manufacturers Included in the Study with Serial Numbers of the Devices A and B

Abbr.	Manufacturer	Device	Serial-no.: A	Serial-no.: B
RA	Radiometer	ABL 735	52314	52310
NO	Nova Biomedical	STP CCX 1	Y02A03070	Y02703060
IL	Instrumentation Laboratory*	682 CO-Oximeter	R03101115	R371200699
	Instrumentation Laboratory*	GEM Premier 3000	15381	15087
BA	Bayer Diagnostics	Rapidlab 860	7790	7720
RO	Roche	OMNI S	1558	1503

Table 2. Measurement Principles of the Hemoximeter

Manufacturer	Device	Technical note
RA	ABL 735	Blood hemolysis with ultrasound 128 wavelengths sample volume ~100 μ L
NO	STP CCX 1	Blood hemolysis with ultrasound 7 wavelengths; conductivity (ctHb) sample volume ~150 μ L
IL	682	Chemical blood hemolysis 6 wavelengths sample volume ~150 μ L
BA	860 Rapidlab	Blood hemolysis with ultrasound selection of 37 in 256 wavelengths sample volume ~150 μ L
RO	OMNI S	Blood hemolysis with ultrasound 520 wavelengths sample volume ~110 μ L



Prealitik Hata Kaynakları

- Hasta ve numune tanımlanması
- Kararlı durumun beklenmesi
- Kan alınması sonrasında devam eden metabolizma
- Heparin
- Hava kabarcığı kontaminasyonu
- Örnek tipi

Prealitik Hata Kaynakları

- Transport/saklama koşulları
- Anormal hücre sayıları
- Pnömotik sistem
- Kataterden kontaminasyon
- Pulmoner arter kateterinden kan alınması
- Test öncesi örneğin karıştırılması
- Sıcaklık düzeltmesi

Hasta ve Numune Tanımlanması

- Hastaya ait en az iki kimlik bilgisi
- Hasta kimlik bileziklerinin kullanılması
- Bilinci kapalı hastada şahit kişi
- Etiketin kan alma anında basılması
- Çelişki çözümlenene kadar örnek kabul edilmez.

Kayıtta Olması Gereken Bilgiler

- Kimlik
- Alındığı Tarih/saat
- Alınan bölge, arter/ ven/ kapiller / mikst
- Tanı
- Vücut sıcaklığı
- Solunum sayısı
- O₂: tip (Nazal Kanül, maske, rezervuarlı maske) / akım
- Pozisyon: supin / pron / yan
- Bilinç
- Hb konsantrasyonu
- Analiz süresi

Kararlı Durum

- Kan alınmadan önce, O_2 tedavisi veya ventilatör 20-30 dk kesilmeli veya ventilasyon ayarları değiştirilmemeli
- Hiperventilasyona bağlı olarak değişebilen parametreler (kan gazları-laktat)
- Gerekirse lokal anestezi uygulanmalı

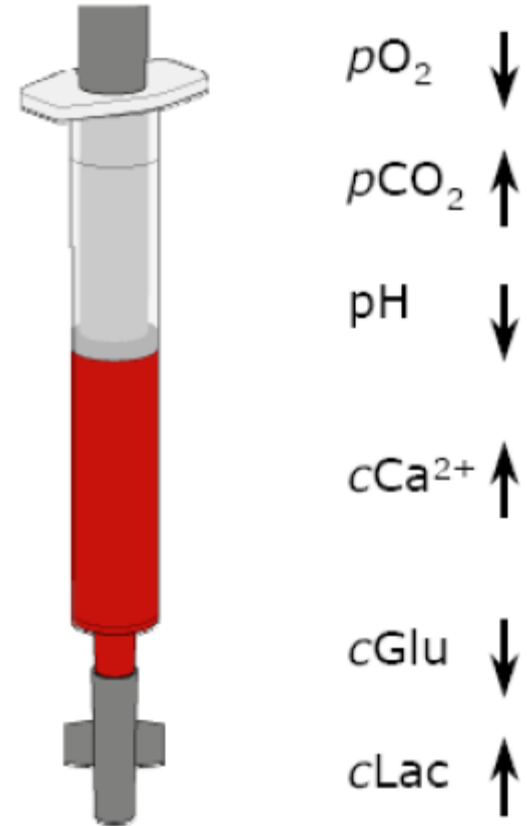
Dinlenme ve Aktivasyonla Kan Gazı Değişimleri

	Rest	Warm-up	Races		
			≤ 2 min.	≥ 4 min.	≥ 25 min.
pH	7.39 ± 0.01	7.33 ± 0.03	7.1 ± 0.06	7.09 ± 0.07	7.30 ± 0.05
pCO ₂ (mmol/L)	41.9 ± 2.9	38 ± 5	25.6 ± 2.4	28.7 ± 3.5	29.2 ± 2.3
Base Excess (mmol/L)	-0.7 ± 1.8	-5.7 ± 1.8	-21.3 ± 2.7	-23.7 ± 3.3	-10.9 ± 3.2
SBC (mmol/L)	24.9 ± 2.5	20.1 ± 2.4	9.9 ± 1.4	8.8 ± 1.7	16 ± 2.2
HCO ₃ (mmol/L)	25.1 ± 1.9	19.7 ± 2	7.7 ± 1.3	8 ± 1.6	14.05 ± 2.3
R	1 ± 0.02	1.02 ± 0.02	1.29 ± 0.07	1.1 ± 0.07	1.14 ± 0.05
Lactate (mmol/L)	2.18 ± 1	4.6 ± 2.1	17.25 ± 2.2	19.2 ± 2.6	9.02 ± 2.5

TABLE I: Different values of acid-base status parameters, blood lactate and R in rest, warm-up and different types of races.

Kan Alınmasından Sonra Devam Eden Metabolizma

- Bekletme süresi ve sıcaklığı
- Örneğin hücresel içeriği (RBC/WBC)



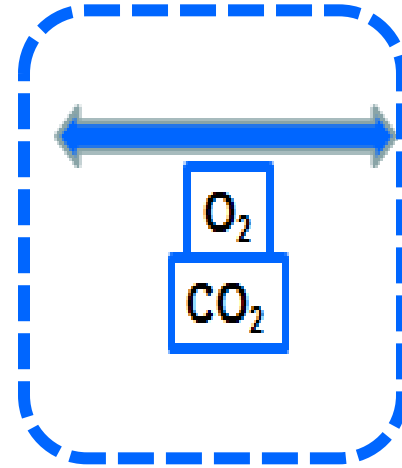
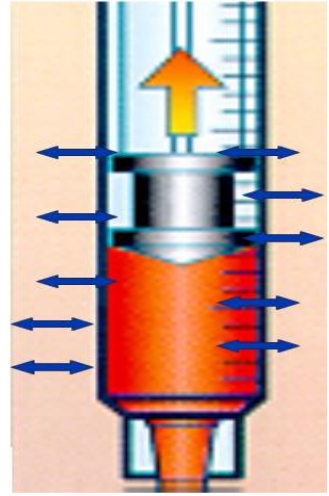
Örnek kabı: Enjektör

Cam

- O_2 geçirgenliği çok daha az (3 saate kadar)
- Antikoagulan manuel olarak eklenir (sıvı heparin ile yıkama)
- Güvenli değil, kırılabilir
- Maliyet yüksek

Plastik

- Tek kullanımlık, (polypropilen)
- Hazır heparinlenmiş
- O_2 'ye geçirgen (özellikle yüksek pO_2 'de)
- Sıcaklık azaldıkça geçirgenlik artar
- Plastik kapiller tüplerde bu değişimler enjektörlere göre daha fazladır



Heparin

- Dilüsyon etkisi, $p\text{CO}_2$ - $p\text{O}_2$ - HCO_3^- azalır (Li-Heparinle)
- Asidiktir, pH'yı etkiler
- Elektrolit bağlanması, En çok i.Ca azalır
- Final konsantrasyonu $< 20 \text{ IU/ml}$
- EDTA, okzalat tercih edilmez (elektrolitlerle interfere olması ve çelatlayıcı özelliğinden dolayı)

Liq. Heparin =
0.05 mL

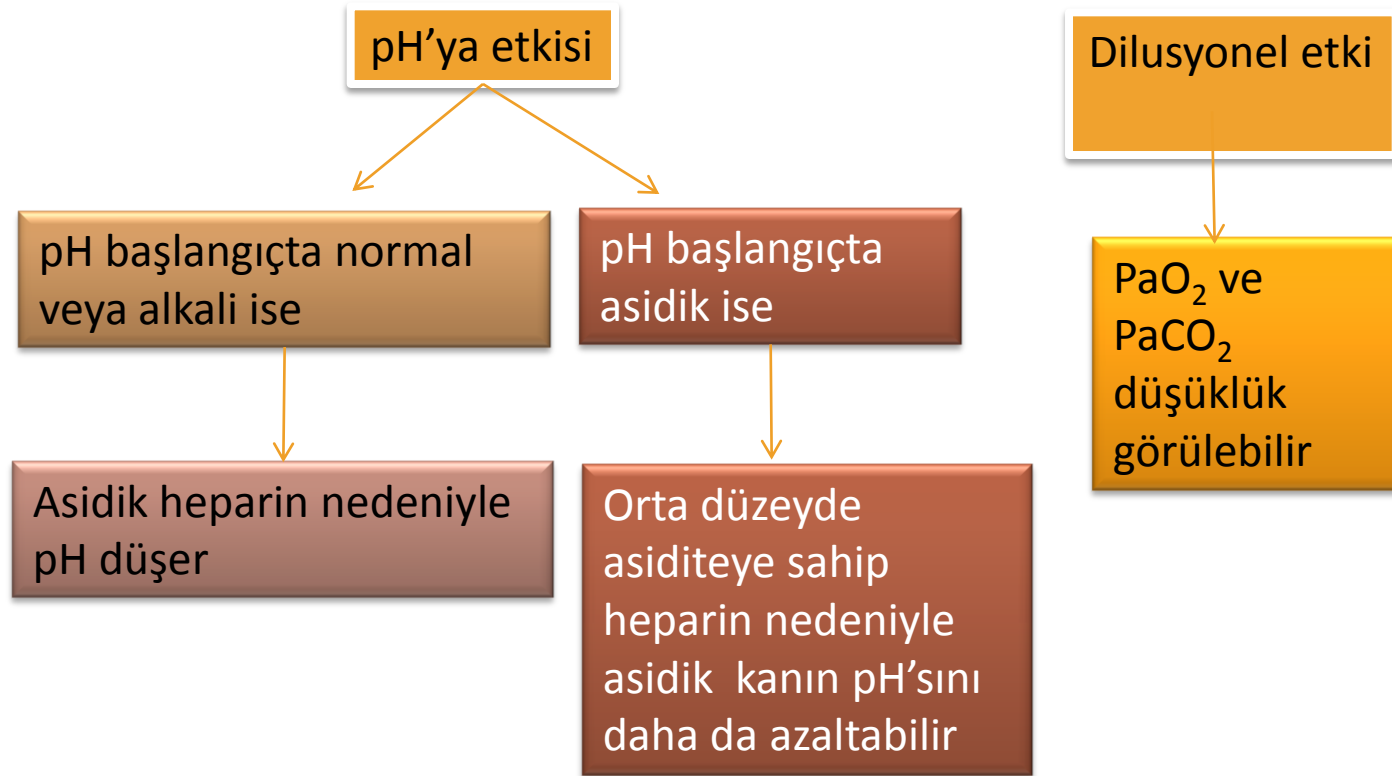
Dilution = 10%

Heparin +
plasma =
0.55 mL

1.0 ml whole blood sample	0.5 ml whole blood sample
Hct 50%	Hct 50%
Liquid heparin 0.05 ml	Liquid heparin 0.05 ml
Plasma 0.5 ml	Plasma 0.25 ml
Hep + plasma 0.55 ml	Hep + plasma 0.30 ml
Dilution ≈10%	Dilution ≈20%
Blood cells 0.5 ml	Blood cells 0.25 ml

Blood cells =
0.50 mL

Heparin asidik karakterde sülfatlanmış mukopolisakkarittir. Şırıngada fazla heparin bulunması aşağıdaki etkilere neden olur



Hava Kabarcığının Etkisi Nelere Bağlıdır

- Hava / örnek oranı
- Hava kabarcığı sayı ve yüzey alanı
- Maruz kaldığı süre
- Sıcaklık
- Başlangıç pO_2
- % Hb / HbO_2 oranı

Şırınga içindeki hava kabarcığı arteriyel kan üzerinde değişik etkilere sahiptir.

PaO₂

Deniz seviyesinde ortamdaki havanın oksijen basıncı yaklaşık 160 mm/Hg'dir

Eğer arteriyel kanda PaO₂ 160 mm/Hg'den düşükse yanlış yükseklik görülür

Eğer arteriyel kanda PaO₂ 160 mm/Hg'den yüksekse yanlış düşüklük görülür

PaCO₂

CO₂ havada çok az miktarda bulunur.
Bu nedenle hava kabarcığındaki PCO₂'nin etkisi neredeyse hiç yoktur

Başlangıçtaki düzeyi ne olursa olsun etki her zaman DÜŞME yönündedir

pH

PCO₂'nin etkilenme düzeyine bağlıdır

PCO₂ azaldığından pH artar ve kan daha alkali görülür

Örnek tipi

- Arteriyel
- Venöz
- Kapiller (Arteriyelize edilmiş kapiller kan)

Örnek

CLSI 46-A2 kılavuzu

Akciğerin gaz alış veriş fonksiyonunu (pO_2 ve pCO_2) değerlendirmek için yapılan kan gazı ölçümleri sadece arteriyel kanla yapılmalıdır.

Kan anaerobik şartlarda alınmalı, heparinin çözünmesi için hemen karıştırılmalı ve hemen analiz edilmelidir.

Venöz / Arterial?

- Respiratuvar fonksiyonu gösterdiği, doku metabolizmasından etkilenmediği için arteriyel kan gazları tercih edilir.
- pH için ortalama +0,032 U
- $p\text{CO}_2$ için ortalama -4,9 mmHg
- Hesaplanan HCO_3^- için ise ortalama +1,40 mM
- Birçok hastada, arteriyel $p\text{O}_2$ venöz $p\text{O}_2$ den 60-70 mmHg yüksek
- Azalmış perfüzyon arteriyel ve venöz kan arasındaki farkı arttırır.

Kan Alınması

- Gaza geçirgen olmayan, liyofilize heparinle kaplanmış enjektörlere havayla temas etmeden alınmalı
- Numune alımından sonra şırınga ucu yukarı gelecek şekilde tutulmalı,
- Hafifçe vurularak hava kabarcıkları 1-2 dk içinde ağız kısmına yönlendirilmeli ve
- Uçtaki tüm hava kabarcıklarının dışarı çıkartılması için bir damla kanın da dışarı atılmasından sonra
- Sıkı bir kapak ile kapatılarak gaz alış verişinin önüne geçilmeli ve alt üst edilmelidir.

Kan Örneğinin Alım Şekli

Aspirasyon:

- Pistonu geri çekerek manuel olarak enjektöre kan doldurmak

Otomatik dolum:

- Arter basıncı ile kanın enjektöre kendiliğinden dolması
- Hemolizden kaçınmak için hastanın durumu uygun ise kanın kendiliğinden dolması beklenmelidir.

Örneğin Alınmasında Yanlış Uygulamalar



Enjektörden enjektöre



Tüpten enjektöre

Venöz Karışım

- Arterial örneğe %10 venöz karışması, pO_2 %25 azalma
- Femoral arterden alınmada olasılık daha fazla
- Sonuçlar örtüşmüyorsa şüpheli kontaminasyon
- Nabız oksimetresi tanıda yardımcı olur.

Kan	Volüm (mL)	pO_2
Arteriyel	4.5	86
Venöz	0.5	31
Karışık	5.0	56

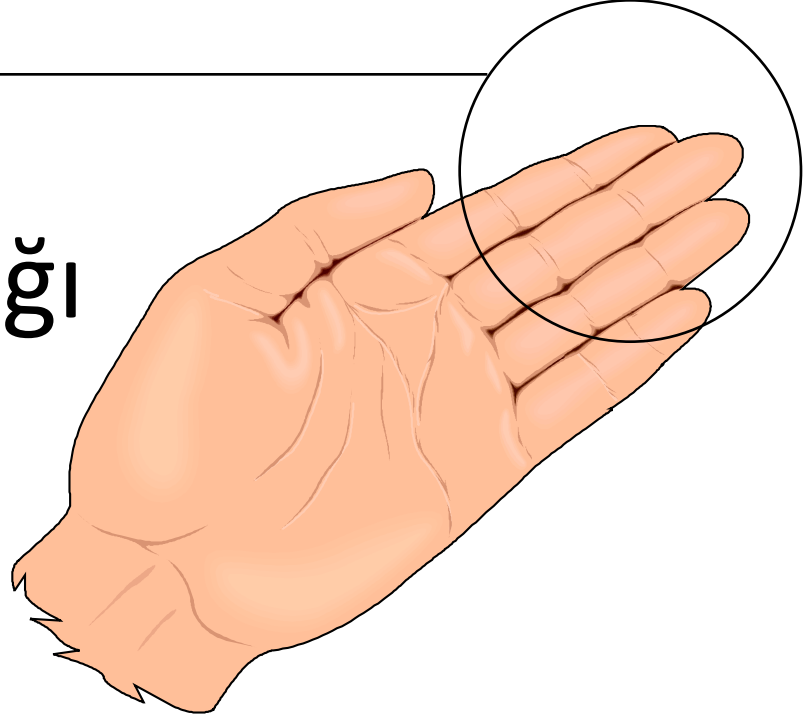
Kataterden Kontaminasyon

- Arterial ve venöz kateter örnek alınmadan önce iyice yıkanmalıdır.
- Kateter ölü boşluk hacminin 2 katı kan atılmalıdır.



Kapiller Örnek Alanları

- Kulak memesi
- Parmak ucu
- Ayak başparmağı
- Topuk

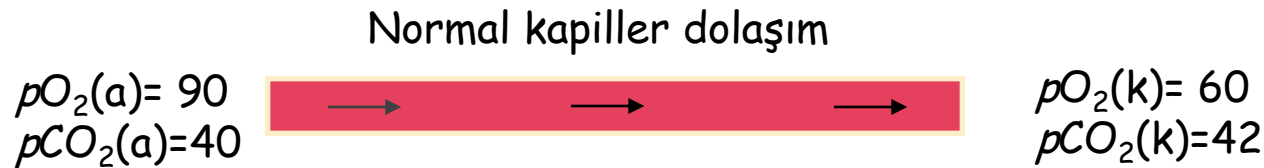


Kapiller Örnekler

Doğru sonuç alınabilmesi için ;

- Örnek alanının arterleştirilmesi
- Atmosferik hava bulaşının önlenmesi
- Örnek alanının sıkılmaması önemlidir

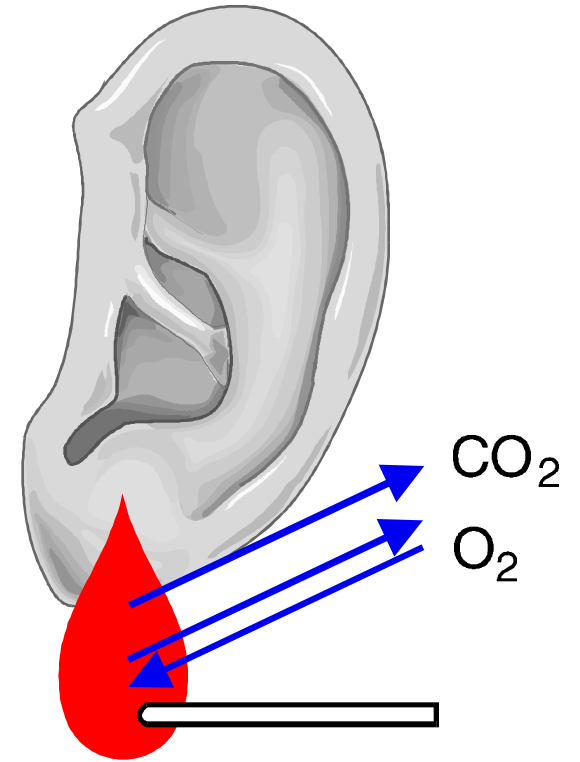
Örnek Alanının Arterleştirilmesi



- Alan ısıtılarak, vazodilatasyon / hiperperfüzyon sağlanır

Atmosferik Hava Bulaşı

- Kapiller kan örneği alım sırasında, artere oranla daha fazla oranda atmosfer ile temas söz konusudur
 - ❖ $p\text{CO}_2$ olumsuz olarak etkilenir
 - ❖ $p\text{O}_2$ değişik şekilde etkilenir
- Atmosfer ile bulaşı azaltmak için;
 - ❖ Kan akımının yeterli olduğundan emin olun
 - ❖ Kalın bir kan damlasının akmasına olanak tanıyın
 - ❖ Örneği kan damlasının tam ortasından alın
 - ❖ Kapiller tüpü hemen kapatın



Transport / Koruma

- Yaşayan hücrelerden dolayı, glikoz, oksijen tüketimi devam eder, CO_2 , H ve laktat üretilir
- IFCC; plastik enjektörün oda ısısında transport edildiğinde, 15 dk içinde analizini önerir.
- Örnek cam enjektörde ve 15 dakika içerisinde çalışılmayacaksa hücre metabolizmasını yavaşlatmak için buzlu su içerisinde taşınmalıdır.
- Laktat çalışılacaksa örnek buzlu su içerisinde taşınmalıdır.

Transport / Koruma

- Örnek transfer sırasında çok sarsılmamalı ve hemoliz edilmemelidir.
- Taşıma ile transport önerilir ve havayla maruziyetten kaçınılmalıdır
- pO_2 takibi önemli ise pnömotik sistem önerilmez (pCO_2 ve pH önemli ölçüde etkilenmez)

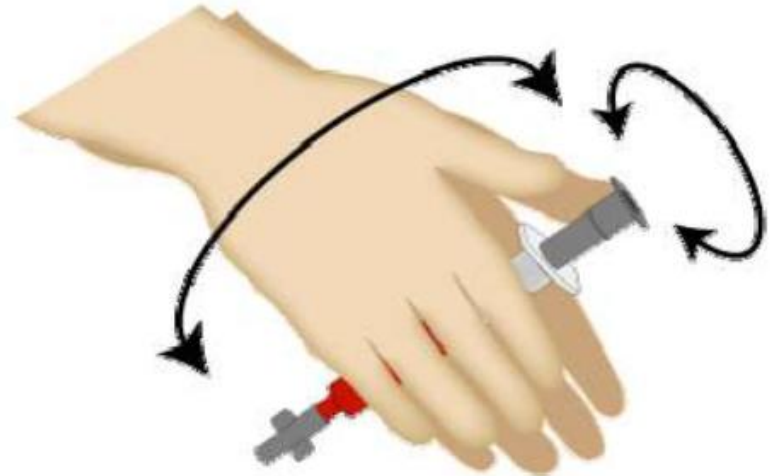
Table 1. Arterialized Blood Hemoximetry Results for the 6 Pre-Analytical Conditions

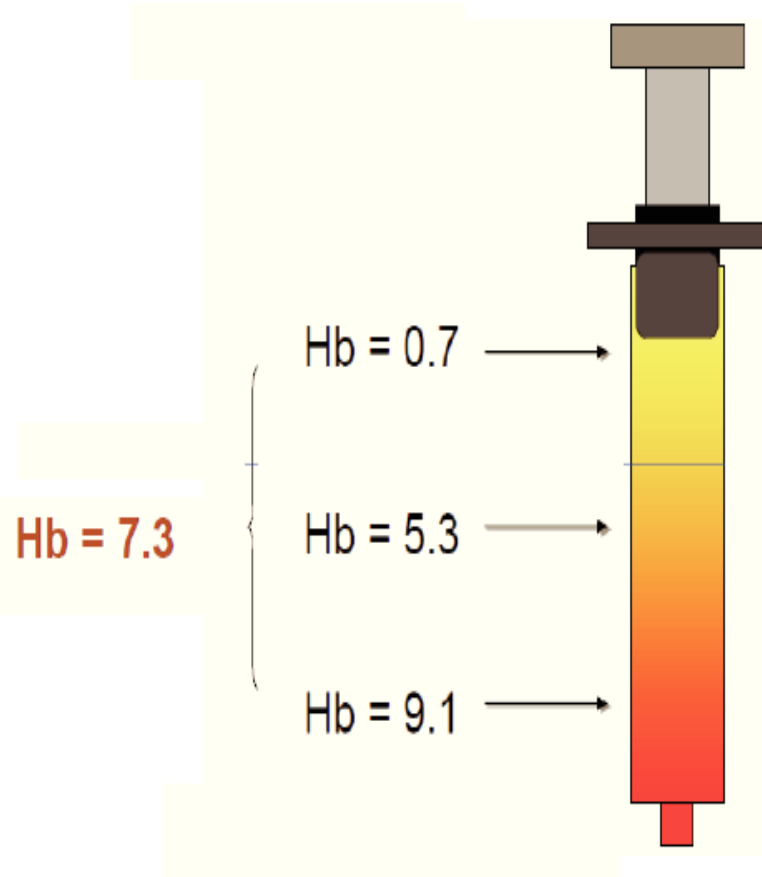
Group*	Syringe Type, Time Until Analysis	pH	P _{CO₂} (mean ± SD mm Hg)	P _{O₂} (mean ± SD mm Hg)	Oxygen Saturation (mean ± SD %)
1	Plastic syringe, analyzed immediately	7.36 ± 0.31	35.7 ± 6.4	96.4 ± 6.0	97 ± 0.36
2	Plastic syringe, stored 30 min at 0–4°C	7.34 ± 0.18	36.1 ± 0.71	108.3 ± 9.2†	97 ± 0.39
3	Plastic syringe, stored 30 min at 22°C	7.34 ± 0.018	36.4 ± 0.69	110.1 ± 6.5†	97 ± 0.39
4	Glass syringe, analyzed immediately	7.38 ± 0.021	34.8 ± 1.1	93.7 ± 3.9	97 ± 0.62
5	Glass syringe, stored 30 min at 0–4°C	7.36 ± 0.023	34.2 ± 1.2†	94.2 ± 8.3	97 ± 0.71
6	Glass syringe, stored 30 min at 22°C	7.37 ± 0.024	34.8 ± 1.7	95.9 ± 7.1	97 ± 1.0

*15 samples in each group
†p < 0.05

Örnek Karıştırma

- Tam kan örnekleri iyice karıştırılmalıdır (özellikle Hb, Htc için)
- En az 15 sn
- Hafifçe 2 boyutta (hemolizi önlemek için)
- Hücreler çökelmişse, hemoglobin konsantrasyonları, hematokrit ve oksijen konsantrasyonu yanlış ölçülebilir.





Sıcaklık Düzeltmesi

- Kan Gazı Analizörleri 37°C'de ölçüm yapar
- Hasta sıcaklığına göre düzeltme algoritması;
- Sıcaklığa göre pH ayarlanması; Sıcaklık $\uparrow$ --pH $\downarrow$
- Her 1°C için 0,015 (37°C'de 7,40=40°C'de 7,36)
- pCO₂ için; Sıcaklık $\uparrow$ --pCO₂ $\uparrow$
- Her 1C için %5 (37°C'de 40mmHg=40°C'de 46mmHg)
- pO₂ için; Sıcaklık $\uparrow$ --pO₂ $\uparrow$
- Her 1°C için %6 (37°C'de 50mmHg=40°C'de 59mmHg)

Sıcaklık Düzeltme Formülleri

- $pH = pH_m - [0,0147 + 0,0065 \times (pH_m - 7,40)](T - 37^\circ)$
- $pCO_2 = pCO_{2m} \times 10^{0,019(T - 37^\circ)}$
- $pO_2 = pO_{2m} \times 10 \left[\frac{(5,49 \times 10^{-11} pO_2^{3,88}) + 0,071}{(9,72 \times 10^{-9} pO_2^{3,88}) + 2,30} \right] (T - 37^\circ)$

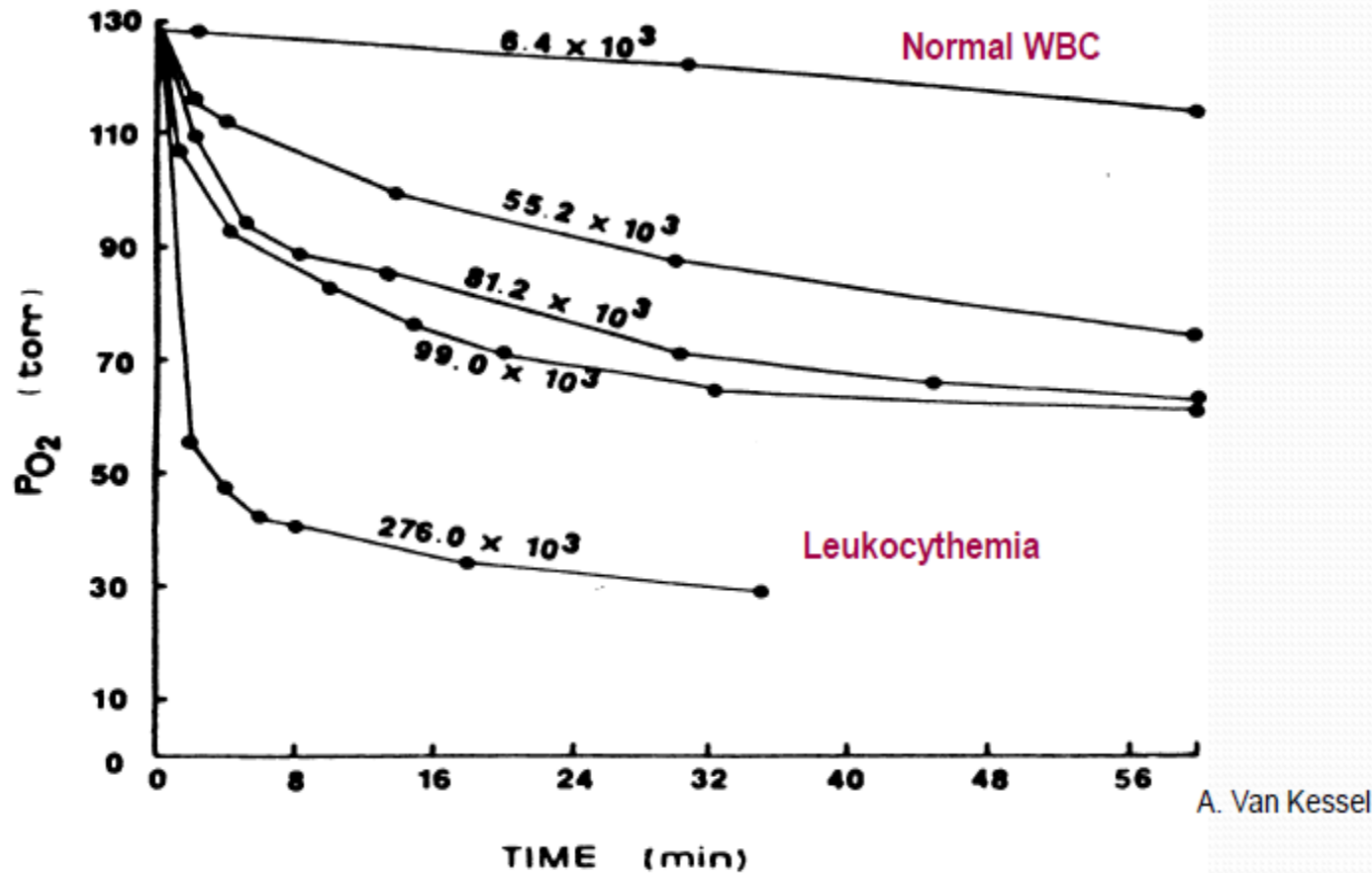
Sıcaklık	37°C	39°C	30°C
pH	7.40	7.37	7.50
pCO ₂	40	44	30
pO ₂	80	90	54

Analizin Gecikmesi

Gaz geçirgenliği olmayan şırıngalarla oda sıcaklığında tutulan örneklerde yaklaşık olarak;

- pO_2 'de 2-4 mmHg/saat azalma
- pCO_2 'de yaklaşık 1 mmHg/saat artış
- pH'da 0,02 ile 0,03 ünite azalma gözlenir

Lökositlerin O₂ Tüketmesi



Hemoliz

- K düzeyi artar, Na - Ca azalır, pH ve gaz basınçları değişmez
- Alkolle dezenfeksiyon, küçük çaplı iğne, dar kateter, aşırı vakum, uygun olmayan antikoagulan neden olur.

Hemoliz interferansı

DE GRUYTER

DOI 10.1515/cclm-2012-0802 — Clin Chem Lab Med 2013; aop

Giuseppe Lippi*, Rossana Fontana, Paola Avanzini, Franca Sandei and Luigi Ippolito

Influence of spurious hemolysis on blood gas analysis

Interference

Parameter	Desirable specifications	Non-hemolyzed blood	Hemolyzed blood	p-Value	Bias
Hemoglobin, g/L	±1.8%	147±7	148±7	0.13	0.7% (−0.6% to 2.0%)
pH	±1.0%	7.39±0.01	7.38±0.01	0.01	−0.2% (−0.3% to −0.0%)
pO ₂ , mm Hg	±1.8%	34.6±3.2	32.9±3.0	0.04	−4.9% (−9.6% to −0.2%)
pCO ₂ , mm Hg	±1.8%	45.6±1.0	47.5±1.1	<0.01	4.1% (1.7% to 6.6%)
HCO ₃ [−] , mmol/L	±1.6%	27.1±0.6	27.5±0.6	<0.01	1.4% (0.4% to 2.4%)
p50, mm Hg	–	27.9±0.4	27.5±0.4	<0.01	−1.5% (−2.5% to −0.4%)
sO ₂ , %	–	61.7±6.0	58.9±5.9	<0.01	−4.9% (−8.0% to −1.9%)
ABE, mmol/L	–	2.1±0.5	2.2±0.6	0.23	−14% (−69% to 40%)
COHb, %	–	1.2±0.1	1.0±0.1	<0.01	−11% (−14% to −8%)
MetHb, %	–	0.6±0.01	0.6±0.1	0.50	0.0% (−9.2% to 9.2%)
Ca ²⁺ , mmol/L	±0.6%	1.06±0.01	0.99±0.02	<0.01	−7.0% (−11.3% to −2.8%)
Potassium, mmol/L	±1.8%	3.7±0.1	6.6±0.8	<0.01	152% (150% to 155%)
Cell free hemoglobin, g/L	–	0	8.9±1.5	<0.01	–

Table 1. Interfering Substances for Blood Gas/Electrolyte/Metabolite Systems

Substance	Blood Gases	Electrolytes	Glucose/Lactate
Ice (cooling)	0	+	0
Excessive heparin ^{4,a}	+	+	0
Sodium thiopental	pH	+	0
Benzalkonium chloride	pH	+	0
Ascorbic acid	0	0	±
Uric acid	0	0	±
Dopamine	0	0	±
Dobutamine	0	0	±
Flaxedil	0	0	+
Ethanol	0	0	+
Acetaminophen	0	0	±
Isoniazide	0	0	±
Thiocyanate	0	0	±
Hydroxyurea	0	0	±
Sodium fluoride	0	0	±
Potassium oxalate	0	0	±
± = Interference is concentration dependent and may vary with sensor design 0 = No effect + = Notable effect			

PA Süreçte Uyulması Gerekenler

Örneğin, dolayısıyla sonuçların doğruluğu için dikkat edilmelidir:

- Hastanın/örneğin tanımlanması
- Stabil durum
- Heparin interferansı/Dilüsyonu
- Arteriyel örnek
- Anaerobik koşul/Hava kabarcığı
- En kısa süre içinde çalışılmalı
- Pıhtılaşma /Enjektörü alt üst etmek



© 2010 John Doe