



Yoğun Bakımda Sık Kullanılan Klinik Biyokimya Testleri

Dr. N. Yasemin ARDIÇOĞLU AKIŞIN

TOBB ETÜ Tıp Fakültesi

Tıbbi Biyokimya AD

Sunum Akışı

- Yoğun Bakım ve Laboratuvar Arası İletişim
- Test Sonuçlarını Etkileyen Faktörler
- Yoğun Bakımlarda Sıklıkla Kullanılan Testler
- Testlerin Klinik Kullanımları ile İlgili Notlar
- Testlerle İlgili Bazı Ayrıntılar

Yoğun Bakım ve Laboratuvar Arası İletişim

Yoğun Bakım

Kritik durumdaki hastaların izlendiği özel birim

Sürekli monitörizasyon, ileri yaşam desteği sağlanır

Hasta profili: solunum yetmezliği, sepsis, travma, organ yetmezliği, postop vb.

- Temel yaşamsal fonksiyonların korunması
- Hastanın stabilizasyonu
- Yetersiz organların desteklenmesi, gelişmekte olan organ yetmezliğinin önlenmesi
- **Doğru tanının konulması**
- **Uygun tedavinin uygulanması**

Yoğun Bakım ve Laboratuvar Arası İletişim

Laboratuvar

Tanı, izlem ve tedaviye yön veren biyokimyasal, hematolojik ve mikrobiyolojik testlerin yapıldığı birimdir

- Hastaların tanı ve tedavi takibi
- Organ fonksiyonlarının izlenmesi
- Sepsis, şok, elektrolit bozuklukları gibi acil tabloların yönetimi açısından kritik öneme sahiptir.

*Yoğun bakım ve laboratuvar birimleri **entegre** çalışmalıdır.*

*Ortak protokoller ve **iletişim** sistemleri güçlendirilmelidir.*

*Zamanında yapılan **doğru/güvenilir testler**, hastaların yaşam süresini ve kalitesini doğrudan etkiler.*

Laboratuvar – Yoğun Bakım İletişimi Neden Kritik?

- Testler için doğru örneklerin uygun zamanında alınması
- Öncelikli çalışılması
- Sonuçların hızlı çıkması
- Sonuçların hızla yorumlanması
- Kritik/Panik değer bildirimi zamanında yapılması

Test Sonuçlarını Etkileyen Faktörler

Pre-preanalitik Faz	PREANALİTİK FAZ	OLASI HATALAR	ETKİ
	1. Test istemi (Klinisyen)	Uygunsuz test istemi	
	2. Hastanın tanımlanması	Kimliklendirme hatası/Yanlış hasta	
	3. Hastanın hazırlanması	Açlık, flebotomi saati, hastanın pozisyonu, medikasyon, sirkadiyen ritm	Yatar pozisyonunda protein, albümin, kalsiyum, hematokrit düşük; oturur pozisyonunda daha yüksek
	4. Numune alımı	Kan alma tekniğindeki hatalar	Hemoliz (zor kan alımı, ince iğne, hızlı aspirasyon, tüpleri yetersiz doldurma –PTS, numunelerin aşırı çalkalanması) Potasyum ↑, LDH ↑, AST ↑; Gkukoz ↑
		Numunenin yanlış tüpe alınması veya tüpün az/çok doldurulması/Yeterince karıştırılmaması	Pıhtı oluşumu
		IV infüzyon yapılan damardan alınması Mümkünse kan alınmamalı , Enjektör ?	Serum glukozu, elektrolitler, ilaç düzeyleri yanlış yüksek/yanlış düşük, interferans
		Uzamış turnike uygulaması	Potasyum, kalsiyum, proteinler, laktat yanlış yüksek çıkar.
	5. Numunenin taşınması	Taşıma sırasındaki sıcaklık Taşıma şekli (personel, PTS) Taşıma süresi	Numune bütünlüğünün/analit konsantrasyonunun korunamaması PTS elle taşımaya göre daha fazla hemolizden etkilenir. Klinik önem? İyi mekanik kontrol/ tampon
	6. Numunenin laboratuvarı değerlendirilmesi, kabulü ve analize hazırlanması		

Test Sonuçlarını Etkileyen Faktörler

ANALİTİK FAZ	ETKİ
Cihazlarda kalibrasyon ve iç/dış kalite kontrol sorunları Test çalışmada gecikmeler Numunelerin hatalı uygulaması Kit ve sarfların uygun saklanmaması Yetersiz personel eğitimi İnterferans (HİL, ilaç, metabolit)	İnterferanslar: Hemoliz → hücre içi enzim ve elektrolitlerin salınması ile yanlış yüksek değerler. İkter → kreatinin, trigliserid, glukoz ölçümlerinde bozulma. Lipemi → spektrofotometrik testlerde hatalı sonuç (ör. Na, K, kalsiyum). İlaçlar/metabolitler → parasetamol, dopamin, askorbik asit, heparin gibi maddeler bazı kitlerle reaksiyona girerek hatalı sonuç verebilir.
POST ANALİTİK FAZ	ETKİ
Değerlendirme eksiklikleri/hataları Panik değerlerinin raporlanmasında gecikmeler Klinik bilgilerin eksik iletilmesi Raporlama hataları Gecikmiş teslim süreleri HİS'e aktarımda problemler Klinik ile ilişkilendirmede eksiklik Referans aralıklarının standardizasyonunun sağlanamaması	Ör. hemolizli örnekte potasyum yüksekliğinin gerçek hiperkalemi sanılması Tedavi kararlarını geciktirir. Ör. hemodiyaliz sırasında alınan kanın yanlış değerlendirilmesi.

Sürekli izleme, EĞİTİM ve iyileştirme çalışmaları esastır.

Referans Aralıkları ve “Normal” Kavramı

Referans aralıkları genellikle hastalık belirtisi olmayan bireylerden elde edilir.

- Bireyler test edilir, sonuçların **%95’i “normal”**, %5’i ise bu aralığın dışında kalır.
- Dolayısıyla “normal dışı” olmak **her zaman hastalık varlığı anlamına gelmez.**

Referans aralıklarının **sınırlılıkları**

- Biyolojik varyasyon
- Bireyler arası farklılıklar
- Farklı popülasyonlarda elde edilen değerlerin yoğun bakım hastalarına uyarlanması

Bazı laboratuvar testleri, sadece “referans” değil, **klirik risk veya prognoza dayalı eşik değerler** ile raporlanır.

- Toplumun %95’ine göre “normal” olmayan, **tedavi edilmesi gereken tehlikeli düzeyleri** göstermektedir.

Yoğun bakım hastalarında kritik eşik değerler daha az geçerli olabilir

- Örn: **APACHE II** skorlamasında Na^+ 130 mmol/L olan hasta ile Na^+ 140 mmol/L olan hastanın mortalite riski aynıdır.
- Bu durum, laboratuvar “normal” değerleri ile klinik riskin aynı şey olmadığını gösterir.

*Klinik karar verirken sadece tek bir test sonucu değil;
yaş, kronik hastalıklar ve vital bulgular gibi faktörler daha belirleyicidir.*

Yoğun Bakımlarda Sıklıkla Kullanılan Testler

Test Türü	Önerilen Yaklaşım	Gerekçe / Açıklama
Giriş testleri	Yapılmalı	- Başlangıç/Baz değerlerini belirler - Nadir hastalıkların tanınmasına yardımcı olur - Birincil şikâyeteye katkıda bulunan ek durumları ortaya çıkarabilir - Geniş ayırıcı tanı olanağı sağlar - İlk 90 dk içinde yapılmalı
Tanısal Testler	Yapılmalı	- Hastada klinik belirti veya bulgu mevcut olduğunda yapılan testlerdir - Amaç, tanıyı doğrulamak veya dışlamaktır - Örnek: Ani göğüs ağrısında cTn ölçümü
Tedaviye Yönelik Testler	Yapılmalı	- Verilen tedavinin etkinliğini veya yan etkisini takip için yapılan testlerdir. - Örnek: Heparin tedavisinde aPTT, diüretik tedavisinde elektrolit takibi.
Homeostatik testler (Rutin günlük testler)	Azaltılmalı	- Günlük yerine daha uzun aralıklarla (örn: 3 günde bir) yapılabilir. - Gereksiz tekrarlar çok yaygın (%92'si klinik gerekçesiz). - Aşırı maliyet, kan kaybı ve gereksiz iş yükü oluşturur.
Tekrarlayan testler	Gereksizse yapılmamalı	- Önceki sonuç referans aralığında ise belirli süre boyunca tekrar test bilgi katmaz. - Fazla tekrarlanan testler yüksek maliyet ve iş yüküne sebep olur.
Olgu Bulmaya Yönelik Testler	Gereksizse yapılmamalı	- Hastada belirgin semptom veya bulgu olmamakla birlikte, mevcut başka bir durumun ek bir hastalık ihtimalini artırdığı durumlarda yapılan testlerdir. - Örnek: Sepsisi olan hastada asemptomatik böbrek fonksiyon bozukluğu açısından kreatinin testi.
Tarama testleri	Genel olarak önerilmez	- Belirli bir hasta popülasyonunda hastalık görülebileceği varsayımıyla yapılan testlerdir. - Klinik tabloyla ilişkili olmadıkça faydası sınırlı. - Sadece tedaviye doğrudan etkisi olan testler yapılmalı (ör: doğurganlık çağındaki kadınlarda hCG). - Örnek: Tüm hastalara TSH

Endikasyona yönelik yapılan testler, rastgele yapılan testleri de azaltacaktır.

Test Grubu	Testler	Klinik Kullanım
Elektrolitler & Kan Gazı	Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Cl ⁻ , Fosfor, pH, pCO ₂ , pO ₂ , HCO ₃ ⁻ , Laktat, Osmolalite	Asit-baz dengesi (Asidoz/Alkaloz), hipo/hiperkalemi, hipo/hipernatremi, hipo/hiperkalsemi, şok yönetimi, solunum yetmezliği, hipoperfüzyon, ventilatör takibi, prognoz takibi
Böbrek Fonksiyon Testleri	Üre (BUN), Kreatinin, GFR, Osmolalite	Sıvı-elektrolit dengesi, diyaliz ihtiyacı, nefrotoksik ilaç takibi
Karaciğer Fonksiyon Testleri	AST, ALT, ALP, GGT, T/D Bilirubin, Albumin, INR, Amonyak	Karaciğer yetmezliği, durumun evrelendirilmesi, sepsis, hepatik ensefalopati, ilaç toksisitesi, beslenme durumu
Metabolik Parametreler	Glukoz, HbA1c, Lipidler profili, prealbumin, RBP, transferrin	Glisemik kontrol, nutrisyonel destek takibi
Enfeksiyon & Enflamasyon	CRP, Prokalsitonin, IL-6, Kan Sayımı	Sepsis ve şok değerlendirilmesi, tanısı, tedavi yönetimi/takibi, enflamasyon düzeyi
Kas & Kalp Hasarı	CK, CK-MB, Troponin, LDH, BNP/NT-proBNP	Akut koroner sendrom, rabdomiyoliz, kardiyojenik şok Kalp yetmezliği, sıvı yönetimi
Hematolojik Testler	Tam Kan Sayımı, Periferik Yayma	Anemi, lökositoz, trombositopeni değerlendirmesi
Koagülasyon Testleri	PTZ, aPTT, D-Dimer, FDP	Koagülasyon bozuklukları ve DIC takibi

Laboratuvar testleri, hastalığın **tanısında**, **prognoz** takibinde, tedaviye **yanıtın** izlenmesinde ve **komplikasyonların** erken saptanmasında kritik rol oynar.

Yenidoğan Yoğun Bakım Ünitesinde +

- Anemi/ Polisitemi takibi- **Kan Sayımı**
- Enfeksiyon riski/varlığı (kan, idrar veya BOS) – **Kan Sayımı, Periferik yayma (matur/immatur), CRP, Prokalsitonin, IL-6**
- Doku oksijenizasyonu takibi, respiratuvar distres – **Kan Gazları** (kapiller kan kullanımı)
- Glisemik kontrol (otoanalizör/HBT **Glukoz**)
- Sarılık takibi – **Total/İndirekt Bilirubin** (otoanalizör/kapiller)
- **Kan grubunu** (A, B, 0) ve Rh faktörü, subgruplar
- Uzamış sarılık (Kan grubu uyumsuzluğu, **Tiroid** fonksiyon testleri, **Eritrosit metabolizması** enzim eksikleri..)
- **Metabolik** hastalıklar (Karbohidrat/Amino asit/ Yağ asitleri)
- **Endokrin** Bozukluklar (Adrenal Yetmezlik)
- Yenidoğan **tarama** testleri (Topuk kanı) – Fenilalanin, Biotinidaz, TSH, 17-OH Progesteron

*Pediyatrik hastalarda en önemli preanalitik değişken hasta **yaşıdır**.
Referans aralıklarının yaşa göre çok farklılık gösterdiği akılsa tutulmalıdır.*

Birçok klinisyen laboratuvar testlerinin maliyetinden (test ücret, birim fiyat, flebotomi masrafları, vs.) haberdar değildir.

Kliniklere bu maliyet verilerinin sunulması, gereksiz laboratuvar istemlerini azaltmaktadır.

Testlerin Klinik Kullanımları ile İlgili Notlar

Glukoz

- Merkez Laboratuvar/ HBT/ Kan Gazı
- İdeal olan in vitro glikolizi önlemek amacıyla NaF'li tüplere kan alınması
- NaF'li kullanılmıyorsa in vitro glikolizin etkilerini önlemek/azaltmak için flebotomi sonrası 15-30 dk
- Kan hücrelerinin sayısı arttıkça glikoliz inhibitörü içermeyen tüplere alınan kandan ölçülen glukoz miktarı daha düşük olarak saptanmaktadır.
- Yenidoğanda glukometre ile yapılan ölçümlerde hematokrit düzeyi sonucu etkileyebiliyor (yüksek HCT, düşük glukoz) Hct düzeltme

Kan Gazı Analizi

Hasta hazırlığı

- Anksiyete (hiperventilasyon - $p\text{CO}_2$ 'de düşme)
- Oksijen uygulaması ve mekanik ventilasyon hızı (müdahale veya doz değişikliği sonrası stabilizasyon sonrası – yk.15 dakika- kan örneği alınması)

Kan örneği türü

- Arteriyel kan - $p\text{O}_2$ için ideal
- Venöz kan -pH ve $p\text{CO}_2$ için
- Kapiller kan- özellikle pH, $p\text{O}_2$ ve $p\text{CO}_2$ açısından arteriyel kana eşdeğer

Örnek toplama

- Anaerobik teknik (hava teması yok, hava kabarcıkları)
- Cam (ideal) veya plastik (O_2 geçirgenliği, $p\text{O}_2$ artar) enjektör
- Antikoagülan (liyofilize heparin)
- Karıştırma
- Kapiller tüp (pıhtı önlemek için magnet ve bead kullanımı)

Örnek işleme ve taşıma

- Örnek alma ve analiz arasındaki süre (Oda ısısı 15 dk; soğutularak 60 dk)
- Nakil sırasında örneğin sıcaklığı (Isıdaki azalma glikolizi azaltır)
- Nakil şekli (PTS $p\text{O}_2$ 'yi etkileyebiliyor)

Laktat

Doku oksijen ihtiyacı ile oksijen temini arasındaki dengesizliğin erken ve hassas bir göstergesi

- Hastanın durumu açısından **prognostik** bir gösterge
- Dolaşım problemi olan hastalarda **doku hipoperfüzyonunun** bir belirtici
- **Resüsitasyonun** yeterliliğinin bir göstergesi

Kritik hastalarda **tedavinin etkisinin** izlenmesinde faydalıdır.

Yüksek laktat düzeyinin varlığı morbidite ve mortalite ile güçlü bir şekilde ilişkilidir.

- **Turnike süresinin uzun olması** → Lokal iskemiğe neden olarak yalancı yüksek laktat.
- **Örnek alındıktan sonra hemen çalışılmaması/buzda saklanmaması** → Glikoliz devam eder, laktat artar.
- **Yanlış tüp kullanımı** (heparin yerine EDTA)
- **Kas aktivitesi** (örnekleme sırasında yumruk sıkma)

Total-İonize Kalsiyum(iCa)

Kalsiyumun %40'ı proteinlere, %12'si fosfat ve bikarbonat gibi anyonlara bağlıdır, %48'i ise iyonize formdadır.

İyonize kalsiyum biyolojik olarak aktif formdur (kan gazı analizörleri)

İyonize Kalsiyumu Etkileyen Faktörler

1. pH Değişiklikleri

Asidoz → proteinlerin kalsiyum bağlama kapasitesi azalır → **iCa ↑**

Alkaloz → bağlanma artar → **iCa ↓** (hiperventilasyonda)

2. Albumin Düzeyi

Düşük albümin → total Ca düşük görünür ama iCa normal olabilir (kritik hastalarda **iCa ölçümü** tercih edilir)

Albümine Göre Düzeltilmiş Total Kalsiyum Formülü

Düzeltilmiş Ca (mg/dL)=Ölçülen Total Ca (mg/dL)+0.8×(4–Albumin [g/dL])

3. İlaçlar ve infüzyonlar

Sitrat (kan transfüzyonlarında) kalsiyumu bağlar → iyonize Ca düşer.

4. Preanalitik Faktörler

Kan alımında hava kabarcığı → pH yükselir → iCa hatalı düşük

Sodyum (Na⁺)

- Ekstrasellüler sıvıdaki dominant katyon
- Hastanede yatan hastaların yaklaşık %15-20'sinde hiponatremi, %1-20'sinde hipernatremi görülebilmektedir
- Verilen ilaçlar da sodyum üzerine potansiyel yan etkisi olabilir.
- Kritik hastalarda mortalite açısından bağımsız bir risk faktörü olduğu gösterilmiştir
- Nörolojik etkisi, akut olarak (48 saatten kısa sürede) gelişmişse daha şiddetlidir.

Psödohiponatremi hakkında bir not:

Plazmada lipit veya protein konsantrasyonunun yüksek olması durumunda, yanlış olarak düşük Na⁺ (psödohiponatremi) rapor edilebilir (indirekt iyon selektif elektrod metod)

IV sıvı kontaminasyonu :

İçeriğe göre yüksek veya dilüsyon nedeniyle yanlış düşük

Antikoagülan: NaHeparin

Funk GC et al. Incidence and prognosis of dysnatremias present on ICU admission. Intensive Care Medicine 2010; 36: 304-11.

Dawson A et al. Pseudohyponatremia Leading to a Fatal Outcome in a Patient With Familial Hypertriglyceridemia. Cureus. 2021 Aug 10;13(8):e17066.

Patel DK et al. Methods to identify saline-contaminated electrolyte profiles. Clin Chem Lab Med. 2015 Sep 1;53(10):1585-91.

Potasyum (K⁺)

- İntrasellüler sıvıdaki majör katyon
- Hasta takibinde en sık istenen/ölçülen parametrelerden biri
- Hastanede yatan hastaların yaklaşık %20-30'unda anormal K⁺ seviyesi mevcut
- Verilen ilaçlar da potasyum üzerine potansiyel yan etkisi olabilir.
- Hiperkalemi tedavi edilmezse ventriküler aritmi ve kardiyak arrest riskini artırır.
- Potasyum seviyeleri eritrosit içinde plazmadakinden en az **20 kat yüksek** olduğundan, hemoliz **psödohiperkalemiye** veya **maskelenmiş hipokalemiye** neden olabilir
- Hemoliz, uzamış turnike süresi, kas hareketi (yumruk), potasyum içeren infüzyonlar
- **Örnek saklama/işleme gecikmesi, uygunsuz santrifüj hücre bütünlüğünün bozulması nedeniyle preanalitik hatalara neden olabilir**

Prokalsitonin (PCT)

- Sistemik **bakteriyel** inflamasyon için daha duyarlı ve **erken** bir biyobelirteçtir
- Tanısal değeri çoklu organ disfonksiyonunun derecesine ve sepsis **evresine** bağlıdır.
- **CRP ile** birlikte kullanılması tanısal doğruluğu artırmaktadır.
- **Seri** ölçümler, klinik tablo ve diğer laboratuvar bilgileri birlikte değerlendirilmelidir.

Akut olmayan/infeksiyöz olmayan inflamatuvar durumlar (büyük travma, cerrahi girişimler, yanıklar, akut pankreatit) -
Bu durumlarda PCT artışı mutlaka bakteriyel enfeksiyon anlamına gelmeyebilir

Kronik veya akut böbrek yetmezliği

Nöroendokrin tümörler (medüller tiroid karsinomu) ve bazı maligniteler (Persistan veya açıklanamayan yüksek PCT)

Şiddetli viral enfeksiyonlar (ağır COVID-19)

Yenidoğanlar — fizyolojik (erken postnatal dönem) ve doğuma bağlı artışlar

İlaçlar ve immünmodülatörler

Kortikosteroidlerin inflamatuvar yanıtı azaltarak dolaylı PCT düşüşüne neden olabileceğini göstermiştir.

Troponin I (cTnI)/Troponin T (cTnT)

- Akut miyokard infarktüsü tanısında eşdeğer duyarlılık ve özgüllüğe sahipler
- Klinik pratikte her iki troponin de kullanılabilir
- cTnI daha kardiyak özgül, cTnT ise daha standardizedir
- cTnT düzeyi özellikle kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda yalancı olarak yüksek bulunabilir

BNP

- Kalpteki ventrikül duvar gerilimini doğrudan yansıtır. Yarı ömrü kısadır (~20 dk)
- Dolaşımda hızlı dalgalanabilir, bu yüzden anlık değişikliklere daha duyarlıdır

NT-proBNP

- BNP'nin inaktif parçalanma ürünüdür. Yarı ömrü daha uzundur (~60–120 dk)
- Dolaşımdaki düzeyi daha stabildir
- Böbrek fonksiyon bozukluklarında yanlış yükseklik görülebilir

***Kalp yetmezliği tanı ve prognoz takibinde
her ikisi de geçerlidir***

***YB'da daha stabil ve uzun yarı ömürlü olduğu
için NT-proBNP daha sık tercih edilir***

Faz	Troponin (cTnI, cTnT)	BNP / NT-proBNP
Preanalitik	- Yanlış tüp kullanımı: Önerilen tüp kullanılmalıdır - Uzun bekleme / geç santrifüj: Troponin degradasyonu - Hemoliz: Yalancı düşük sonuç verebilir (özellikle cTnI) - Egzersiz, travma, CPR: Artış, yanlış pozitif	- Yanlış tüp: Önerilen tüp kullanılmalıdır - Uzun bekleme / geç santrifüj: BNP hızla degradasyona uğrar), buzda taşınma - Geç işlem: Yalancı düşük sonuç - Yoğun egzersiz, septik şok: Artış
Analitik	- Heterofilik antikorlar (HAMA, RF): Yalancı yüksek - Farklı üretici kitleri arasında standardizasyon eksikliği - Makrotroponin: Uzun süre yalancı yüksek sonuç (öz. cTnI) - Çapraz reaktivite: İskelet kası troponinleri	- Heterofilik antikorlar: Yalancı yüksek - Analit stabilitesi: NT-proBNP daha stabil → cihazlar arası sonuç farkı daha az - Böbrek yetmezliği: NT-proBNP yalancı yüksek çıkabilir
Postanalitik	- Referans aralıkları/Algoritmalar: Kullanılan yöntemle değişir - Kronik böbrek hastalığı: Yüksek cTnT, akut MI ile karışabilir - Sepsis, yoğun egzersiz: Yüksek troponin, yanlış klinik yorum	- Obezite: BNP düzeylerini düşük gösterebilir - Renal yetmezlik: Yüksek NT-proBNP yanlışlıkla kalp yetmezliği tanısı - Klinik karar: Tek başına değil, ekokardiyografi/klinik bulgularla yorumla

CLSI GP41-ED7: Collection of Diagnostic Venous Blood Specimens, 2023.

Apple FS, Sandoval Y, et al. Cardiac Troponin Assays: Guide to Understanding Analytical Characteristics and Their Impact on Clinical Care. Clin Chem. 2022.

McKie PM, Burnett JC. B-type natriuretic peptide and its clinical applications. JACC. 2021.

Bilirubin

- Karaciğer-safra yolu hastalığı veya hemoliz şüphesi olduğunda
- Yenidoğan yoğun bakım ünitelerinin vazgeçilmezlerindendir
- Ölçüm **otoanaliz**lerde, **kapiller kan** ile portatif fotometrik cihazlarda veya **transdermal** olarak bakılabilir.
- Kapiller kan, hematokrit farklılıkları, hava kabarcığı oluşumu ve mikropıhtı ölçümün güvenilirliğini azaltabilir
- Otoanalizörlerde spektrofotometrik yöntemle daha hassas ölçüm yapılır
- Parmak ucu sıkılması, yetersiz örnek hacmi, kapiller damarda lokal staz kapiller bilirubin değerlerini değiştirebilir.
- Kapiller ölçüm ile laboratuvar otoanalizör ölçümü arasında **$\pm 1-3$ mg/dL fark** olabilmektedir.
- Kritik eşik değerlerinde (örneğin fototerapi veya değişim transfüzyonu kararı) kapiller ölçümlerin mutlaka **laboratuvar venöz ölçümle doğrulanması** önerilmektedir.

İndeksler	Ne Ölçer / Hesaplanma	YB'daki Kullanım / Prognostik Değer	Kaynak / Not
SII (Systemic Inflammation Index)	Nötrofil × Trombosit/Lenfosit	YB'a kabul anında SII yüksekliği 28-gün mortalite ile anlamlı ilişkilendirildi	Emgin Ö et al., Systemic Inflammation Index (SII) as a Predictor of Mortality in Intensive Care Units. <i>Biomedicines</i> . 2025; 13(7):1669.
HALP Skoru (Hemoglobin, Albümin, Lenfosit, Trombosit)	Kombine beslenme/ inflamasyon indeksi	Sepsisli YB hastalarında prognostik indekse dahil edildi Mortalite ile bağlantılı bulunmuş	Kollu K et al., Investigation of the Prognostic Value of Novel Laboratory Indices in Patients with Sepsis in an Intensive Care Unit: A Retrospective Observational Study. <i>Journal of Clinical Medicine</i> . 2025; 14(19):6765.
NLR (Nötrofil/Lenfosit oranı), PLR (Platelet/Lenfosit oranı), dNLR	CBC'den hesaplanır	İnflamatuvar yanıt göstergesi olarak kullanılır COVID-19 YB hastalarında mortalite ile ilişki kurulmaya çalışılmış	Demirel et al., The Role of Inflammatory Indices in Predicting Intensive Care Unit Mortality in Critically Ill COVID-19 Patients , Turk J Intensive Care 2024; 22(4): 239-247 .
PNI (Prognostic Nutritional Index)	Albümin + lenfosit sayısı kombinasyonu	Beslenme durumu + bağışıklık durumu indeksi olarak mortalite tahmininde kullanılmış	Kollu K, Yortanlı BC, Cicek AN, Susam E, Karakas N, Kizilarlanoglu MC. Investigation of the Prognostic Value of Novel Laboratory Indices in Patients with Sepsis in an Intensive Care Unit: A Retrospective Observational Study. <i>Journal of Clinical Medicine</i> . 2025; 14(19):6765.
CAR (CRP/Albümin oranı)	C-reaktif protein/Albümin	Enfeksiyon / inflamasyon yükünü yansıtarak mortalite tahmininde kullanılmış	

Amaç parametreleri kombine ederek daha güçlü prognostik gösterge sunmaktır.

YB pratiklerinde kullanılabilirliği, standardizasyonu ve rutin kullanım olasılığı henüz evrenselleşmiştir — daha fazla prospektif ve çok merkezli çalışmaya ihtiyaç vardır.

Testlerle İlgili Bazı Ayrıntılar

HBT (Hasta Başı Testler)

Hastanın bulunduğu yerde veya hastanın yakınında yapılan testler

Avantajları	Dezavantajları ve Riskler
- Hızlı - Hasta bakımına daha fazla zaman ayrılmasını sağlar - Acil testlere uygun - Örneğin lab'a transferi ile ilgili problemler yok - Az miktarda tam kan kullanan cihazlar - Numune ön işlemine gerek yok - Kullanıma hazır kitler - Kullanımı kolay cihazlar - Eğitimli lab teknisyenine gerek yok - Hasta için cazip - Doktor için uygun - Sahada uygulanabilirlik - HİS'e bağlanabilir	- Hızlı olmak her zaman iyi olmak anlamına gelmiyor - Merkez Lab sonuçları kadar güvenilir değil - Lab eğitimi olmayan/yetersiz olan kullanıcılar - Yeterlik belgesi olmaması - IQC/EQC sorunu - Zayıf analitik performans - Verilerin kaydedilmesinde zorluk - Cihaz ve malzemelerin takibi zor - Cihaz bakım/temizlik takibi zor - Uzman onayı yok - Pahalı (birim test maliyeti) - İnterferansa açık - Enfeksiyon kaynağı - Yönetmek zor

Asit-Baz Dengesi Kooksimetre*	pH, pO2, pCO2, COHb, MetHb, sO2 ELEKTROLİTLER Na, K, Cl, iCa, Mg
Metabolitler	Kolesterol, HDL Kolesterol, Trigliserit, Üre, Ürik Asit, Bilirubin, Laktat, Amonyak
Enzimler	Amilaz, ALP, ALT, AST, CK, GGT
Koagülasyon	PT/INR*, ACT, D-Dimer
Hematoloji	Hb, Htc, WBC, RBC, Trombosit
Kardiyak	cTnI, cTnT, CK-MB, Miyogloblin, BNP, NT-ProBNP,
Diyabet	Glukoz*, HbA1c
Akut Faz Proteinleri	CRP, Prokalsitonin
Alerjenler	IgE
Uyuşturucu Madde	Alkol, Amfetaminler, Barbitüratlar, Benzodiazepinler, Kannabinoidler, Kokain, Metadon, Opioidler

Yoğun bakım ünitelerinde bazı testler **hasta başı cihazlarla** çalışılabilir

Bu durum laboratuvarın rolünü ortadan kaldırmaz.

Cihazların **kalibrasyonu ve kalite kontrolü** laboratuvar sorumluluğundadır

Sonuçların doğruluğu laboratuvarın gözetiminde garanti edilir.

Pnömatik Tüp Sistemi (PTS)

- İşlem sürelerinde önemli ölçüde azalma sağlar
- pH ve pCO₂ ölçümü üzerinde bir etkisi yoktur, ancak hatalı pO₂ değerlerine neden olabilir
- Örnekler PTS ile taşınırken maruz kaldığı mekanik travma, onları hemolize yatkın hale getirir
- HİL indeksleri üzerinde herhangi bir etki göstermemiştir
- İncelenen 48 laboratuvar testine ait tüm farklılıkların (ALP, total bilirubin ve hemoglobin/YD kapiller kanda potasyum, total hemoglobin ve deoksihemoglobin) **linik olarak anlamlı olmadığı** sonucuna varılmıştır
- Serum örnekleri, plazma örneklerine kıyasla PTS ile ilişkili hemolize daha yatkındır
- Hareket hızı, kat ettiği mesafe ve maruz kaldığı şok kuvvetlere göre etki değişebilir
- Taşıyıcıya yerleştirilen tampon destekler ve serum tüplerindeki jel separatörlerin varlığı PTS kaynaklı hemolizi azaltabilir

Heireman L, Van Geel P, Musger L, Heylen E, Uyttenbroeck W, Mahieu B. Causes, consequences and management of sample hemolysis in the clinical laboratory. Clin Biochem. 2017 Dec;50(18):1317-1322.

Pupek A, et al. Comparison of pneumatic tube system with manual transport for routine chemistry, hematology, coagulation and blood gas tests. Clin Chem Lab Med. 2017 Aug 28;55(10):1537-1544.

Makhlouf et al., Influence of pneumatic tube delivery system on laboratory results. Ann Clin Biochem. 2024 May;61(3):210-217.

Sık yapılan flebotomi...

- **Anemi riskinin artması** veya **mevcut aneminin derinleşmesine** neden olabilir ve kan transfüzyonu ihtiyacı doğurabilir
- Yoğun bakım yatış süresi uzadıkça kan alınması ve **transfüzyon** gereksinimi artabilir
- Flebotomide düşük hacimli kan tüplerine geçiş ile hastanın kan kaybında %42 oranında düşme ve iatrojenik anemi riskinin azalma sağlayabilir (Hasta kan yönetimi kılavuzları ve çeşitli yayınlar)

Akıldaki sorular: Validasyon gerekli, vakum etkisi olamadığı için şırınga ile flebotomi, yetersiz serum/plazma, cihaz uyumu

Bozdemir et al., The use of new generation small-volume blood collection tubes for complete blood count, Int J Med Biochem 2023;6(3):165-172

Callum et al., Small-volume blood sample collection tubes in adult intensive care units: A rapid practice guideline. Acta Anaesthesiol Scand. 2024 Nov;68(10):1319-1326.

Lippi et al., Validation of low-volume blood collection tubes for routine hematologic testing. J Med Biochem. 2024 Nov 16;43(6):955-959.

Girgin ve ark., Yoğun Bakım Hastasında Tanısal Laboratuvar Tetkikleri Nedeniyle Kan Kaybı ve, Türk Yoğun Bakım Derneği Dergisi / Journal of the Turkish Society of Intensive Care 2010;8:61-5

Son olarak...

Multidisipliner ilişki korunmalı

YB hekimleri, hemşireleri ve biyokimya/hematoloji/mikrobiyoloji uzmanları arasında **sürekli iletişim** gerekir

Tanı ve izlem için ortaklık gerekli

Yoğun bakımda **hızlı karar verme** hayati önem taşır

Acil testler (kan gazı, tam kan sayımı, koagülasyon, elektrolitler, troponin) için **“STAT” çalışma**

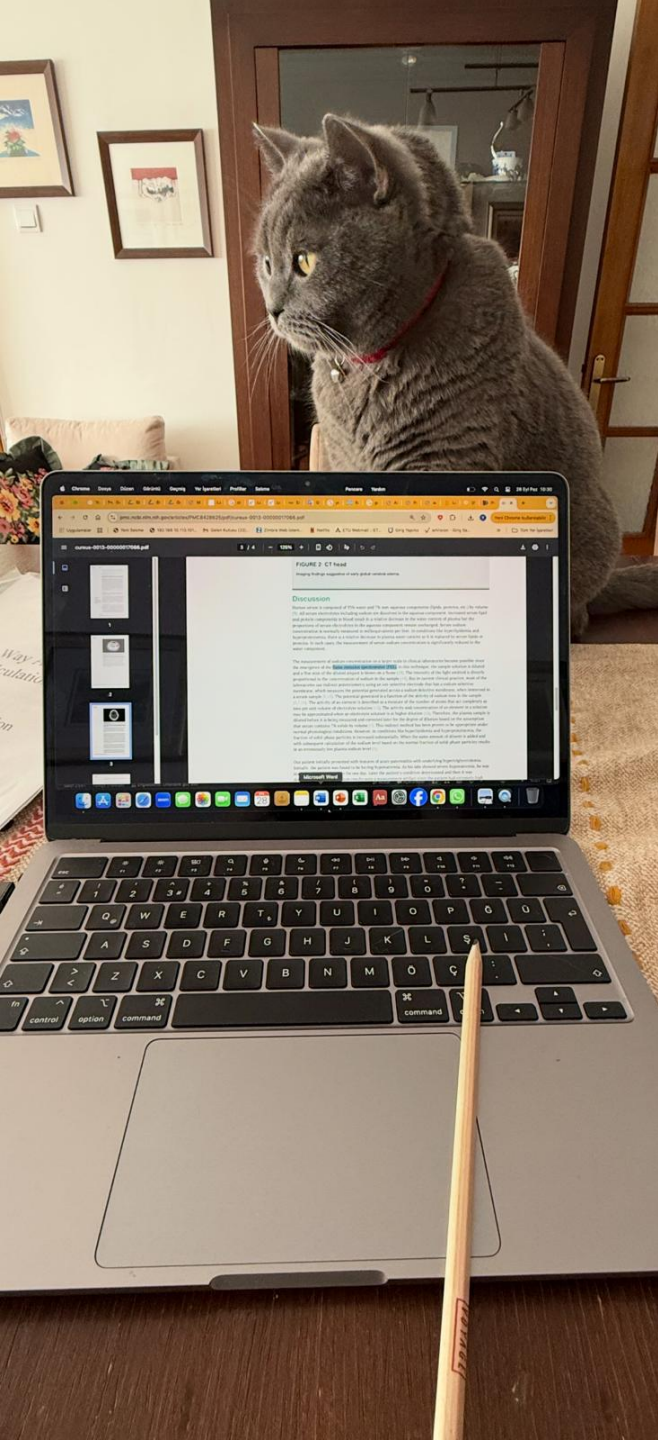
Çalışma/Sonuç raporlama süreleri kısa olmalıdır

Kalite ve Güvenilirlik HER ZAMAN

Yanlış, gecikmiş, uygunsuz veya kontamine numune → yanlış klinik karar → **hasta güvenliği riski**

Bu nedenle:

- **Numune alım eğitimi** (hemoliz, pıhtı, heparin kontaminasyonu, yanlış tüp)
- **Doğru test istemi** (gereksiz test → kaynak israfı, yanlış test → yanlış yönlendirme)
- **Laboratuvar raporlarının doğru yorumlanması** (klinik bilgi ile birlikte) kritik öneme sahiptir



Teşekkürler...

KLİNİKTE KLİNİK BİYOKİMYA
TÜRK KLİNİK BİYOKİMYA DERNEĞİ
BURSA ŞUBESİ SEMPOZYUMU
Montania Special Class Hotel, Mudanya - Bursa

"Yoğun Bakımlarda Klinik Biyokimya"

4-5
EKİM
2025