

Sağlık Alanında Kullanılan Hasta Başı Testler: Geleneksel Derleme

Point of Care Tests in Healthcare: Traditional Review

^{1b} Fadime BİLMEZ^a, ^{1b} Hasan İŞBİLİR^b, ^{1b} Seda Nur TOPKAYA^c

^aSerbest Eczacı, İzmir, Türkiye

^bİzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Nanobilim ve Nanoteknoloji ABD, İzmir, Türkiye

^cİzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Temel Eczacılık Bölümü, Analitik Kimya ABD, İzmir, Türkiye

ÖZET Bu geleneksel derleme makalesi, sağlık alanında önemli bir yer tutan, laboratuvar ortamı dışında hastaların yanında veya yakınında hızlı ve anlık sonuçların elde edildiği testler olan “hasta başı test” veya İngilizcesiyle “point of care testing (POCT)” konusunu detaylı bir şekilde ele almaktadır. POCT’ler, hastalardan alınan örneklerin hızlı bir şekilde analiz edilmesini ve sonuçların kolayca elde edilmesini sağlar. Bu testler, özellikle hızlı müdahale gerektiren acil durumlarda ve uzak bölgelerde sağlık hizmetlerinin geliştirilmesi için önemlidir. Bu yöntem örneklerin merkezi laboratuvarlara gönderilmesi yerine, test sonuçlarını anında ve yerinde sunarak hastalara hızlı tanı, tedavi ve takip olanağı sağlar. Bununla birlikte, bu yöntemin dezavantajları da vardır. Bu testlerin uygulanması sırasında özellikle preanalitik, analitik ve postanalitik aşamalarda karşılaşılan sorunlar ve riskler dikkate alınmalıdır. Örneğin POCT cihazlarının doğruluğunu ve güvenilirliğini korumak çok önemlidir. Ayrıca sağlık profesyonellerinin POCT cihazlarını işletme ve sonuçları yorumlama konusunda yeterli eğitime sahip olması gerekliliği mevcuttur. Bu makalede, POCT’lerin tanımları başta olmak üzere bu testlerin avantajları, bu testleri kullanırken karşılaşılabilecek olası riskler ve dezavantajlar, teknik sınırlamalar, bu testlerin klasik laboratuvar yöntemleri ile karşılaştırılması ve günümüzde yaygın olarak kullanılan çeşitli test örneklerinden bahsedilmiştir. POCT olarak kullanılan glukoz, gebelik, ovulasyon, kan gazı, kardiyak belirteçler, dipstick idrar, gaitada gizli kan ve insan immün yetmezlik virüsü testleri incelenmiştir. Ayrıca POCT’lerin literatürdeki önemi ve uygulama alanları vurgulanmıştır.

ABSTRACT This traditional review article thoroughly discusses the topic of “point of care testing (POCT)”, which is a significant component in the field of healthcare. POCT refers to rapid and on-the-spot testing that takes place outside the traditional laboratory environment, often right next to or in the vicinity of patients. Point of Care Tests allows for swift analysis of samples taken from patients, ensuring that results are readily obtained. These tests are particularly vital in emergency situations that demand quick intervention and for the enhancement of healthcare services in remote areas. Instead of sending samples to central laboratories, this method provides patients with rapid diagnosis, treatment, and monitoring on-site. Nonetheless, there are drawbacks to this approach, especially related to issues and risks encountered in the pre-analytical, analytical, and post-analytical phases. For example, it is crucial to maintain the accuracy and reliability of POCT devices, and healthcare professionals must receive adequate training to operate these devices and interpret the results. This article covers various aspects of Point of Care Testing, including the definition of these tests, their advantages, potential risks and disadvantages, technical limitations, a comparison with conventional laboratory methods, and various types of test samples commonly used today. The article explores Point of Care Tests for glucose, pregnancy, ovulation, blood gas, cardiac markers, dipstick urine, fecal occult blood, and human immunodeficiency virus. It also emphasizes the significance and application areas of POCT in the literature.

Anahtar Kelimeler: Hasta başı test; bakım noktası testi; laboratuvar dışı test

Keywords: Point of care tests; bedside testing; near patient testing

HASTA BAŞI TESTLER

Laboratuvar gibi özel bir alana gereksinim duyulmadan hastaya uygulanan testlere hasta başı testler

[point of care testing (POCT)] denir.^{1,2} POCT terimi, tıp literatüründe ve klinik uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu testler özellikle aile hekimliği uygulamalarında giderek yaygınlaşmakta ve hekimlere

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Bilmez F, İşbilir H, Topkaya SN. Sağlık alanında kullanılan hasta başı testler: Geleneksel derleme. J Lit Pharm Sci. 2024;13(1):46-56.

Correspondence: Seda Nur TOPKAYA

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Temel Eczacılık Bölümü, Analitik Kimya ABD, İzmir, Türkiye

E-mail: sedanur6@gmail.com

Peer review under responsibility of Journal of Literature Pharmacy Sciences.

Received: 06 Sep 2023

Received in revised form: 24 Nov 2023

Accepted: 24 Nov 2023

Available online: 01 Mar 2024

2630-5569 / Copyright © 2024 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



klirik karar verme hususunda yardımcı olmaktadır. POCT için kullanılmış olan çeşitli tanımlar ve alternatif isimler olmasına rağmen geniş çapta kullanılan ve tanımlanan uluslararası spesifik bir tanım yoktur. Tanımlardaki farklılıklar kavram yanlışlarına yol açabilmektedir. Aile hekimlerinin katıldığı bir anket sonucunda bu testler, klinik karar vermeyi desteklemek için muayene sırasında hastanın yakınında personel veya kendisi tarafından gerçekleştirilebilen testler olarak tanımlanmıştır.³ POCT'nin Türkçe karşılığı olarak POCT'ler, laboratuvar dışı testler, yardımcı testler, alternatif bölge testleri, evde yapılan testler, kendi kendine yapılan testler ve merkez laboratuvar dışı testler literatürde yer almaktadır. POCT hastaların sağlık durumlarının hızlı bir şekilde değerlendirilmesine, tanı konmasına, tedavi planının belirlenmesine ve tedavi sonuçlarının izlenmesine yardımcı olmaktadır.

POCT kavramı literatürde oldukça yeni sayılabilecek bir yakın tarihe dayanmaktadır. 1980'lerin başında, Dr Kost Davis Kaliforniya Üniversitesi Tıp Merkezindeki karaciğer nakli yapılan hastaların tam kan sayımında iyonize kalsiyumun biyosensör tabanlı seri ölçümlerini gerçekleştirirken "POCT" terimini icat etmiştir.¹ Birkaç yıl sonra bu tanım "hasta bakım alanında veya yakınında test" şeklinde basitleştirilmiştir. Mikroakışkanlar, biyosensörler ve laboratuvar üzeri çip teknolojilerindeki gelişmeler, POCT'lerin yeteneklerini daha da genişletmiştir.

POCT, hızlı sonuç sağlamları nedeniyle özellikle acil durumlar ve hızlı müdahale gerektiren tıbbi durumlar için oldukça önemlidir. POCT'nin yaygın olarak bulunan ortak özellikleri şu şekilde özetlenebilmektedir: POCT kullanımı basit olmalıdır. Reaktifler ve tüketim malzemeleri depolama ve kullanım sırasında dayanıklı olmalıdır. POCT sonuçları, geleneksel laboratuvar yöntemleri ile uyumlu olmalıdır.⁴

POCT'İN AVANTAJLARI

POCT'nin geleneksel tanı testlerine göre önemli avantajları bulunmaktadır. Bu testler, geleneksel laboratuvar testlerine göre daha hızlı sonuç sağlar ve maliyet etkin bir seçenek sunar.^{5,6} Geleneksel laboratuvar testleri genellikle hastane ortamında örneklerin alınmasını içeren çok adımlı bir süreci içerir, bu ör-

nekler daha sonra merkezi bir laboratuvara taşınır ve ardından çeşitli işleme adımlarına tabi tutulur. POCT, laboratuvarı hastaya getirerek bu zorluğu önemli ölçüde azaltır. Taşınabilir test cihazları, sağlık çalışanlarının örnekler üzerinde hızlı testler yapmalarını sağlar, bu da tıbbi karar verme süreci için gereken zamanı önemli ölçüde azaltır.⁵ POCT, geri dönüş süresini iyileştirme, kullanılan tanı yönteminin verimliliğini artırma, kırsal ve gelişmemiş topluluklarda hastalıkların tanılanmasını kolaylaştırma, uzay ve vahşi yaşam gibi ulaşımın zor olduğu alanlarda sağlık hizmetlerini geliştirme potansiyeline sahiptir.⁷ POCT küresel sağlık bakım programlarında, özellikle hızlı tıbbi kararların gerekli olduğu ideal olmayan koşullarda değerlidir. Örneğin bir kişi felç geçiriyorsa, sağlık çalışanları felç gerekli ilaçları vermeden önce kan pıhtılaşmasını test etmek için protrombin zamanı/uluslararası normalleştirilmiş oran ölçmelidir. POCT'nin sağladığı bir diğer avantaj ise sonuçların kolaylıkla ulaşılabilir olmasıdır. Hekimler POCT'nin uygulanması ile elde edilen verilere uzaktan erişim sağlayabilmektedir. Hekim böylelikle evinden hafta sonu hastanedeki yatışları denetleyebilir, örneğin diyabetik hastalardaki glukoz eğilimlerini veya ameliyat sonrası hastalardaki hemoglobin düzeylerini gözden geçirebilir. Bu avantajlar, POCT uygulamalarının giderek daha popüler hâle gelmesini sağlamaktadır.

Şekil 1'de geleneksel testlerin uygulama basamakları ile POCT uygulama basamakları karşılaştırılmalı şekilde gösterilmiştir.

POCT'İN DEZAVANTAJLARI VE OLASI RİSKLERİ

POCT sürecinde 3 temel aşama bulunmaktadır: preanalitik, analitik ve postanalitik. Preanalitik aşama, örneğin bir POCT işlemine başlamadan önce gerçekleşir ve örnek toplama, taşıma, hazırlama ve yükleme işlemlerini içerir. Analitik aşama, bir POCT'nin uygulandığı, testin gerçekleştiği aşamadır. Postanalitik aşama, test tamamlandığında ve bir sonuç elde edildiğinde başlayan elde edilen verilerin değerlendirildiği ve verilerin depolandığı aşamadır. Ayrıca normal referans değerlerden önemli ölçüde sapan ve patolojik bir süreci işaret eden değerler postanalitik aşamada belirlenir. Elde edilen değerler bu aşamada yorumlanır ve uygun eylemler ve müdahaleler için rehberlik etmek amacıyla kullanılır.⁹



ŞEKİL 1: POCT ve klasik laboratuvar testlerinin karşılaştırılmasına dair basamaklar.⁸

POCT: Hasta başı test.

Bu 3 temel aşamanın her birinde çeşitli problemlerle karşılaşma olasılığı her daim mevcuttur ve her basamakta karşılaşılabilecek riskler göz önünde bulundurulmalıdır.

Klinik personel tarafından analiz cihazlarının yanlış kullanımı ve/veya bakımı, yetersiz veya hiç kalibrasyon ve/veya kalite kontrolü yapılmaması, artan sayıda analiz cihazı ve daha pahalı reaktifler nedeniyle maliyet-etkinlik eksikliği, yetersiz belgeleme ve elde edilen POCT sonuçlarının rutin laboratuvar sonuçlarıyla karşılaştırmasındaki günlük POCT'nin dezavantajlarından bazılarıdır.¹⁰ POCT'lerde performans kararlılığının doğrulanması için kalibrasyon, düzenli bakım ve kalite kontrol analizleri gerekmektedir. Kalite kontrol, analiz edildikten sonra operatörler sonuçların kabul edilebilirliğini değerlendirmeli ve sonuçlar aralık dışında olduğunda bu sorun giderilmelidir. Farklı testleri gerçekleştirmek için ayrı ayrı cihazlara ihtiyaç vardır. Örneğin acil servislerde kan gazı, pıhtılaşma, gizli kan, glukoz, idrar tahlili testlerine ihtiyaç duyulabilir, ancak bu testlerin hepsini gerçekleştirmek için birden fazla cihaza ihtiyaç vardır. Bu nedenle, şu anda hepsini yapabilen çok işlevli bir POCT cihazı yoktur. Bu sıraladığımız dezavantajların giderilmesi için çalışmalar devam etmektedir. POCT ve klasik laboratuvar testlerinin kıyaslanmasına ilişkin parametreler [Tablo 1](#)'de gösterilmiştir.

EN ÇOK KULLANILAN POCT'LER

POCT'ler, hastanın yanında veya yakınında gerçekleştirilen hızlı sonuçlar sağlayan tıbbi tanı testleridir. Belirli POCT'lerin kullanılabilirliği ve kullanımı bölgeye, sağlık tesisine ve sağlık hizmeti sağlayıcı ter-cihlerine bağlı olarak değişebilir. Dünya genelinde kullanılan POCT'ler, bölgeye göre farklılık gösterse de en sık kullanılan testler aşağıda başlıklar hâlinde açıklanmıştır.

Glukoz Testleri

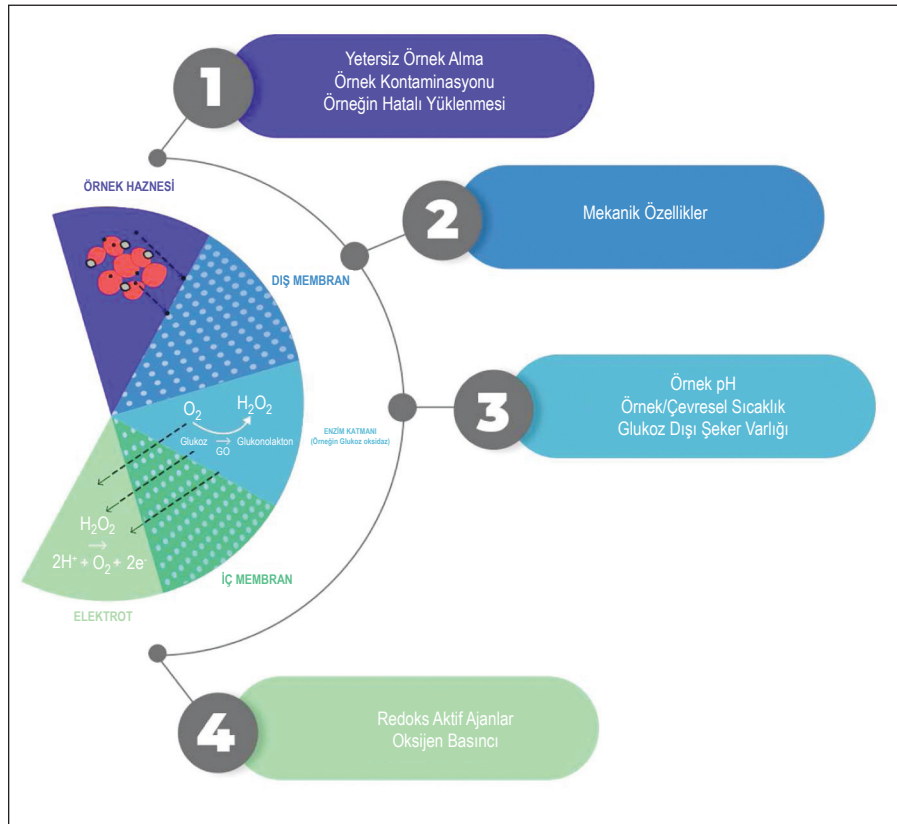
Kan glukoz seviyelerini ölçmek için kullanılan POCT'ler, diyabet ve diğer metabolik durumların yönetimi için esastır.¹¹ Hem yatan hem de ayakta hastalar için yaygın olarak kullanılırlar. Elektriksel akım değişikliklerini kullanarak biyolojik hedeflerin varlığını veya konsantrasyonunu tespit eden amperometrik biyosensörler, glukoz izleme teknolojisi için temel dayanak görevi görmektedir.

Şekil 2'de, glukoz oksidaz tabanlı amperometrik bir glukoz biyosensörünün çalışma prensibi gösterilmiştir. Bu test yöntemi glukometrelerin temelini oluşturmaktadır. Glukometre kullanılarak yapılan ölçümlerde; biyoreseptör, hedef analit olan glukoz ile etkileşime girer. Bu etkileşim, glukozun biyoreseptör tarafından tanınmasına ve bir oksidas-

TABLO 1: POCT ve klasik laboratuvar testlerinin kıyaslanması.

Yöntem	Duyarlılık	Doğruluk	Maliyet	Cihaz	Uygulayıcı	Analiz Süresi	Uygulama Kolaylığı	Uygulama Yeri
POCT	Orta derece	Orta derece	Düşük	Taşınabilir	Herkes	Kısa	Kolay	Her yer
Klasik laboratuvar testleri	Duyarlı	Yüksek	Yüksek	Taşınmaz	Uzman personel	Uzun	Nispeten zor	Klinik

POCT: Hasta başı test.



ŞEKİL 2: Amperometrik temelli bir glukoz biyosensörünü oluşturan bileşenler.

yon reaksiyonunun başlamasına neden olur. Özellikle, glukoz oksidaz veya glukoz dehidrogenaz enzimi, glukozu okside eder, sonucunda glukonik asit ve elektronlar oluşturur. Ardından elektrotlar arasında bir potansiyel fark uygulanır. Bu potansiyel farkı, reaksiyonun hızını etkileyebilir. Glukonik asit ve serbest elektronlar, elektrot yüzeyine yaklaştıkça veya uzaklaştıkça elektriksel sinyali değiştirir. Bu elektriksel sinyal, amperometrik olarak ölçülür. Glukonik asidin oksidasyonu sırasında oluşturulan elektronlar, elektrot yüzeyine aktarılır. Bu elektron akışı, bir elektriksel akım üretir. Glukoz konsant-

rasyonu arttıkça, daha fazla elektron üretilir ve bu da elektriksel akımın artmasına yol açar. Ölçülen elektriksel akımın büyüklüğü, glukozun konsant-rasyonu ile ilişkilendirilir. Genellikle bu ilişki, bir kalibrasyon eğrisi kullanılarak belirlenir. Bu sayede ölçülen akımın değerinden glukoz konsantrasyonu hesaplanır.

Amperometrik glukoz biyosensörleri, kan şekeri izlemesi ve diyabet yönetimi gibi uygulamalarda yaygın olarak kullanılır. Bu biyosensörler, glukoz seviyelerini hızlı, hassas ve tekrarlanabilir bir şekilde ölçmek için kullanılır. POCT temelli glukoz ölçüm

testleri, kişinin kan şekeri düzeylerini hızlı bir şekilde belirlemesine ve gerekli insülin dozu veya diyet ayarlamalarını yapmasına yardımcı olur. Bu testlerin kullanımı, diyabetin yönetiminde kritik bir rol oynar ve hasta başı glukoz ölçüm cihazları, diyabetli bireylerin günlük yaşamlarını daha iyi kontrol etmelerine yardımcı olur.

Glukometrik ölçümlerde hematokrit, oksijen gerilimi ve oksitleyici/indirgeyici maddeler gibi etkileşimler ölçülen glukoz değerinin hatalı olmasına yol açabilmektedir. Tang ve ark. anormal pH ve hematokritin bazı glukometrelerde hatalı ölçümlere sebep olabileceğini bildirmiştir. Ayrıca iyi bilinen bir antioksidan olan askorbik asidin varlığının, glukoz ölçümü için gereken elektrokimyasal reaksiyona müdahale ederek birkaç cihazda hatalı ölçüm sonuçlarına neden olduğunu da ortaya çıkarmışlardır.^{12,13} Uluslararası Yönergeler Standardizasyon Örgütü ve Klinik Laboratuvar Standartları Enstitüsü, vücut dışı tanı cihazı üreticilerine cihazlarının performansını değerlendirmeleri için şablonlar sağlamaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi, kan şekeri ölçüm cihazlarının profesyonel (hastanelerde) kullanımını düzenler. Ayrıca üreticilerin yalnızca analitik standartları karşılamasını değil, aynı zamanda kritik hastalar da dâhil olmak üzere hastanede yatan tüm popülasyonlar için klinik performanslarını göstermelerini gerektiren prosedürlere uyulmasını sağlamaktadır. Bu düzenlemeler, 2014 yılında yürürlüğe girmiştir ve daha sonra DuBois ve ark. tarafından makalede vurgulanmıştır.¹⁴

Gebelik Testleri

Hızlı gebelik testleri, idrar veya kan içindeki insan koryonik gonadotropin [human chorionic gonadotropin (hCG)] seviyelerini tespit ederek gebeliği onaylamak için rutin olarak kullanılır. hCG gebeliğin erken döneminde hızlı ve sürekli olarak arttığı ve idrarda kolaylıkla saptanabildiği için ideal bir gebelik belirteçidir. Gebelik için ilk testler, idrar enjeksiyonu sonrasında biyolojik değişikliklerin gözlemlendiği hayvan testleriydi. Şu anda en yaygın olarak kullanılan testler, idrar hCG'sinin immünojenik antijen-antikor reaksiyonları ile tespit edildiği beta-alt birim spesifikliği olan tüp testleri içermektedir. Bazı versiyonlarda, hCG'nin plazma membran reseptör sitele-

rine bağlanmasına dayanan radyoreseptör testleri ve klasik rekabetçi bağlama tekniklerini kullanan nitel radyoimmünoassay ile hCG için artan testler bulunmaktadır.¹⁵

Bugün, eczanelerde farklı tiplerde hamilelik testleri tezgâh üstü olarak bulunmaktadır.¹⁶ Birçok kadın tarafından yaygın olarak kullanılan evde gebelik testleri, ambalaj bilgilerinin iddia ettiği kadar doğru ve kesin sonuçlar sağlayamamaktadır. Evde gebelik testleri için uygun performans özelliklerini tanımlayan uluslararası test standartları acilen gereklidir.¹⁷

Kan Gazı Analizörleri

Kan gazı analizi yaygın olarak istenen bir testtir ve arteriyel, venöz veya kapiller tam kan numuneleri kullanılarak yapılabilmektedir. Kan gazı analizörleri, klinik laboratuvarlarda ve acil servislerde kullanılarak, hastaların solunum, asit-baz dengesi ve elektrolit dengesini izlemek için önemli bir rol oynar. Kan gazı analizi kritik hastaların yönetiminde hayati bir rol oynar. Kan gazlarına ek olarak çeşitli analitleri ölçmek için de kan gazı analizörleride kullanılır. Bazı parametreler doğrudan ölçülür: Kan gazı analizörleri, birçok önemli analiti hızlı ve hassas bir şekilde ölçebilir. Bu analitler ve bazı parametreler arasında şunlar bulunur:¹⁸

Oksijen (O₂) ve Karbondioksit (CO₂): Kan gazı analizörleri, oksijenin ve karbondioksitin arteriyel kanda ne kadar mevcut olduğunu ölçer. Bu ölçüm, vücudun oksijen ve karbondioksit seviyelerini izlemek ve solunum sorunlarını teşhis etmek için kullanılır.

SaO₂ (Arteriyel Oksijen Saturasyonu): Kanın oksijenle doygunluğunu hesaplar veya ölçer. SaO₂, oksijenin hemoglobin molekülleri ile ne kadar etkileşime girdiğini yansıtır. Bu değer, oksijen taşıma kapasitesini değerlendirmek için kullanılır.

pH: pH, kan gazı analizörleri tarafından ölçülen bir başka önemli parametredir. Kanın asidik, bazik veya nötr olduğunu belirler. pH değeri, vücut asit-baz dengesini izlemek ve asidoz veya alkaloz gibi durumları teşhis etmek için kullanılır. Normalde, arteriyel kanın pH değeri yaklaşık olarak 7,35 ile 7,45 arasında olmalıdır. pH, asitliği veya bazlığı gösterir.

Bikarbonat (HCO₃⁻): Bikarbonat, kanın asidik veya bazik olma durumu ile ilişkilidir ve vücuttaki asit-baz dengelyi değerdendirme yardımcı olur.

Laktat: Laktat seviyeleri, kan gazı analizörleri tarafından ölçülen bir analittir. Yüksek laktat seviyeleri, hücresele oksijeni eksikliğini veya metabolik sorunları gösterebilir.

Potasyum (K⁺): Potasyum, kan gazı analizörleri tarafından ölçülen elektrolitlerden biridir. Potasyum seviyeleri, kalp fonksiyonunu ve kas aktivitesini etkileyebilir. Amerikan Diyabet Derneği kılavuzları, insülin infüzyonuna başlamadan önce potasyum seviyesinin ölçülmesini ve düzeltilmesini önermektedir. Kan gazı analizörlerinde test parametreleri ve yöntemleri Tablo 2’de özetlenmiştir.

Ovulasyon Testleri

Ovulasyonun kesin zamanını belirleyebilme yeteneği, gebe kalmayı planlamak veya doğru bir şekilde kontrasepsiyon uygulamak isteyen kadınlar için önemlidir. Ovulasyon, olgun bir yumurtanın yumurtalıklardan salınması olayını temsil eder ve bir kadının menstrüel döngüsünde önemli bir olaydır.²⁰

Başarılı bir doğal gebelik için yumurtlamadan önceki 5 gün ve yumurtlama günü hesaplanması önemlidir. Yanlış ilişki zamanlaması, doğurganlık bilgisindeki eksiklikler ve kendi adet döngülerini yanlış algılanması çiftlerin uygun zamanda gebe kalamamasına neden olabilir. Bu yüzden, uygun ilişki zamanlamasını sağlamak için kadının benzersiz doğurganlık penceresinin doğru şekilde bir tahmini gereklidir. Ovulasyonu tahmin etmek için piyasada bulunan birçok ürün, idrardaki lüteinleştirici hormon (LH) ve doğurganlık penceresinin başlangıcını işaret

eden östrojen metaboliti estron 3-glukuronidi (E3G) de ölçmektedir.²¹ Bu maddelerin idrarda bulunması, ovulasyonun bir göstergesi kabul edilmektedir. İdrar testleri E3G ve LH’yi izler; E3G’de bir artış fertil fazın başlangıcını (yüksek doğurganlık) ve bir LH dalgalanması yaklaşmakta olan yumurtlamayı (en yüksek doğurganlık) gösterir. Kullanıcıların döngüleri ve yumurtlama testi sonuçlarıyla ilgili bu veriler, test sisteminin sürekli iyileştirilmesi çerçevesinde adet döngüleri hakkında görüşler sağlamak için bir bulut veri tabanında anonim olarak depolanır.²²⁻²⁴

İdrardaki LH seviyesinin tespitine ek olarak, bazı ticarileştirilmiş POCT’ler ovulasyonu belirlemek için bazal vücut sıcaklığı izleme yöntemini benimser. Ovusense (viO HealthTech, United Kingdom), ovulasyon tarihi tespiti için iddia edilen %99’luk bir doğruluk oranına sahip bir vajinal sıcaklık sensörüdür ve ovulasyon tarihi tahmini için %89’luk bir doğruluk oranına sahiptir.²⁵

Dipstick İdrar Testleri (İdrar Ölçüm Çubukları)

POCT analiti olarak idrar diğer vücut sıvıları (örneğin tükürük, plazma, kan ve serum) ile karşılaştırıldığında ideal bir sıvıdır çünkü büyük miktarlarda toplanabilir, kolayca işlenebilir ve enfeksiyon riski düşüktür. İnsan idrar örnekleri invaziv olmayan, kolayca elde edilebilen ve hastaların sağlık durumunun kullanışlı göstergelerini sağlayabilen birkaç bileşeni içerir. Bu nedenle idrar, yaygın klinik koşulların teşhisine yardımcı olmak için önemli bir numune örneğidir.

İdrar analizi için idrar kültürü ve idrar mikroskopisi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemlere ilaveten dipstick idrar testi sıklıkla uygulanan bir

TABLO 2: Kan gazı analizörlerinde test parametreleri ve yöntemleri.¹⁹

Tanım	Parametre	Metot	Tanım	Parametre	Metot
Geleneksel Kan Gazı	pCO ₂	Clark Elektrot	Metabolitler	Glukoz	İmmobilize Enzim/Elektrot
	pCO ₂	Severinghaus Elektrot		Laktat	
	pH	Sanz Elektrot		Kreatinin	
Elektrolitler	Na ⁺	İyon Selektif Elektrot	Hesaplanmış Parametreler	Üre Nitrojen	
	K ⁺			HCO ₃ ⁻	pH ve pCO ₂ den
	iCa ⁺⁺			Anyon boşluğu	Na, Cl ve hesaplanan HCO ₃ ⁻
				O ₂	pO ₂ ve Normal Oksihemoglobin

yöntemdir.^{26,27} Bu test, glukoz, hidrojen iyonu, protein, keton cisimleri, kan hücreleri, nitrit, bilirubin, lökosit estera, ürobilinojen ve özgül ağırlık gibi birçok bileşenin doğrulanması için bir yöntem sağlar.^{28,29} Dipstick idrar analizi, idrarın bazı temel özelliklerini ve bileşenlerini hızlı bir şekilde değerlendirmek için hızlı ve maliyet-etkin bir testtir.^{30,31} Bu test, genellikle sağlık profesyonelleri tarafından kullanılır ve idrar örneğinin belirli bir çubuğa daldırılmasıyla yapılır. Dipstick idrar testi, kullanım kolaylığı, düşük maliyet ve hızlı yanıtı nedeniyle diğer idrar analiz yöntemlerine göre daha çok tercih edilmektedir. Ancak bu avantajlara rağmen seçicilik, tekrar kullanılabilirlik ve hastalıkların nicel değerlendirmesi açısından sınırlamalara sahiptir.³² Bu sınırlamalara ilaveten idrar, birçok farklı bileşimi içerir ve bu çeşitlilik analizlerde güçlü bir müdahale kaynağı olabilir. Bu nedenle, örnekleme ve analiz işlemleri bu faktörleri dikkate alacak şekilde tasarlanmalıdır.

Dipstick idrar analizi, idrarın bir çubuğun farklı kısımlarında lekelenmesi, zamanlanmış bir reaksiyonun gerçekleşmesini ve ardından pozitif veya negatif bir sonuç belirlemek için dipstick üzerindeki ilgili renk değişikliğinin bir referans standartla karşılaştırılması yoluyla yapılır. Neredeyse tüm dipstick idrar analizleri, ölçülen analitin konsantrasyonuyla orantılı renk değişimi ile büyük ölçüde kolorimetriye dayanır. Daha sonra renk, subjektif olarak analit konsantrasyonunu ölçmek için bir renk referans tablosuyla eşleştirilir. Bu manuel/görsel değerlendirmeler, gözlemcinin görme keskinliğine ve renk görme doğruluğuna bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Uygun şekilde toplanmış örneklerde görsel karakterizasyon ve dipstick idrar testinin sonuçları hasta değerlendirmesinde çok faydalı olabilir. Örneğin brüt bulanıklık numunenin santrifüje ve çökelti ölçümüne ihtiyacı olduğunu gösterir. Yoğun, sarı-turuncu renk ve yüksek idrar özgül ağırlığı; dehidrasyonun, kro-mojenik ilaç metabolitlerinin (rifampin, fenazopiridin, sülfasalazin ve izoniazid), vitamin ve bitki metabolitlerinin varlığının göstergesi olabilir. Bu nedenle, idrar kimyasının dipstick değerlendirmeleri; zamanında hasta bakımı ve yeni başlayan hastalığı saptamak için rutin yapılan taramalarda oldukça önemlidir. Dipstick idrar analizi ile tespit edilen belli başlı analitler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Hemoglobin: Dipstick idrar çubukları, renkli bir reaksiyon ürünü elde etmek için peroksit ve bir kro-mojen molekülünün reaksiyonunu katalize eden psödo-peroksidaz aktivitesine sahip heme parçası nedeniyle hemoglobini tespit edebilir. Bu test böylece hematüri, hemoglobinüri veya miyoglobini üriyi tespit edebilir, çünkü hepsi heme parçası reaksiyonunu içerirler.³³

Nitrit: İdrarda nitritlerin bulunması, enfeksiyon belirtisi olabilir.³⁴ Nitritlere yönelik dipstick idrar testleri, nitratları nitrite dönüştürmek için nitrat re-düktazı kullanan bazı gram-negatif bakterileri kullanmaktadır. Bu testin nitritleri tespit etmesi için öncelikle tipik olarak sebze açısından zengin bir di-yetten yeterli nitrat alınmış olması gerekir. Nitrit ilk önce yağ çubuğu üzerindeki p-arsanilik asit ile reaksiyona girerek bir diazonyum bileşimi oluşturur ve bu daha sonra çubuk üzerindeki bir kinolon bileşimi ile birleşerek pembe bir renk oluşturur.³⁵

Keton: Dipstick idrar çubukları, idrarın hızlı ve pratik bir şekilde çeşitli kimyasal bileşenlerini, ketonlar da dâhil olmak üzere, tespit etmek için kullanılan bir araçtır. Modern test şeritlerinin çoğu, asetil-CoA'dan oluşturulan ilk keton gövdesi olan asetoasetatı saptar ve bazı markalar asetonu saptar; ancak hiçbiri betahidroksibütirik asidi tespit etmez. Betahidroksibütirik asit, mevcut baskın keton gövdesidir ve en iyi şekilde, kapiller kan kullanılarak kendi tahlili ile test edilir.³⁶ Dipstick idrar analizi sadece ketonların varlığını gösterir, kesin keton seviyelerini ölçmez. Eğer yüksek keton seviyeleri tespit edilirse veya ketoasidoz belirtileri varsa (örneğin diyabetik ketoasidoz) mutlaka durum değerlendirmesi laboratuvar testleri ile yapılmalıdır.

Protein: Böbrek hasarı veya hastalığı gibi durumları tespit etmek için idrardaki protein seviyeleri POCT ile değerlendirilebilir. Test çubukları, idrarda protein varlığını (proteinüri) test etmek için yaygın olarak kullanılır. Bu testler, bir numunede bulunan protein miktarının genel olarak bir tahminini verebilirler.

Dipstick idrar testi ile protein tespiti için üzerinde çeşitli reaktif pedler içerir. Eğer idrarda protein bulunuyorsa, bu protein reaktiflerle tepkimeye girer ve test pedi üzerinde renk değişikliğine neden olur.

Renk değişikliğinin yoğunluğu, idrardaki protein miktarını tahmin etmek için kullanılabilir. Genellikle renklerin yoğunluğu numaralandırılmıştır ve “1+” (hafif), “2+” (orta), “3+” (yüksek) veya “4+” (çok yüksek) protein seviyelerine karşılık gelebilir. “Negatif” sonuç, anlamlı miktarda proteinin tespit edilmediği anlamına gelmektedir.³⁵⁻³⁸

Kardiyak Testler

Miyokardiyal hasar için nispeten dokuya özgü biyokimyasal testlerin rolü, 1954 yılında aspartat transaminaz için bir tahlilin geliştirilmesiyle başlamıştır. Bunu laktat dehidrojenaz ve izoenzimleri, kreatin kinaz ve miyokard izoenzimi için testler takip etmiştir. POCT, hızlı ve pratik bir şekilde kardiyak belirteçlerini ve fonksiyonları değerlendirmek için kritik bir rol oynar. Bu testler, hastalığın teşhisi, tedavinin izlenmesi ve kalp sağlığın çeşitli klinik ortamlarda değerlendirilmesi dâhil olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılır. POCT ile gerçekleştirilen kardiyak testler arasında troponin, B tipi natriüretik peptid, D-dimer, kolesterol ve lipid profili, kan basıncı izleme, elektrokardiyogram ve koagülasyon testi bulunmaktadır. Bu testler genellikle hastanın yanı başında veya acil durumlarda hızlı bir şekilde gerçekleştirilir ve sağlık uzmanlarına teşhis ve tedavi konularında hızlı karar verme konusunda önemli bilgiler sağlar.

Gaitada Gizli Kan Testleri

POCT ile gaitada (dışkıda) gizli kanın tespiti için kullanılan bir yöntem, gaita gizli kan testi olarak bilinir. Bu test, dışkı örneği üzerinden kolayca yapılabilen ve sindirim sistemi kanamalarını veya diğer sağlık sorunlarını tespit etmek için kullanılan bir teşhis yöntemidir. Bu test özellikle kolon kanseri gibi sağlık sorunları için risk faktörleri belirlemede yardımcı olabilir.³⁹ Pazarda, çok farklı markalarda testler mevcuttur, bunlar kimyasal ve immünokromatografik testler de dâhil olmak üzere farklı tespit yöntemlerine dayanır ve duyarlılık ve özgüllük açısından farklılık göstermektedir.

İnsan İmmün Yetmezlik Virüsü Testleri

POCT kullanarak insan immün yetmezlik virüsü [human immunodeficiency virus (HIV)] tespiti için hızlı ve etkili testler piyasada bulunmaktadır. HIV

tespiti için POCT, kan örneği kullanır ve sonuçları birkaç dakika içinde elde etmektedir.⁴⁰⁻⁴² Vücutun, HIV antikorlarını POCT ile tespit edilebilecek yeterli miktarda üretmesi 12 hafta kadar sürebilir. Buna “pencere dönemi” denir. Eğer bir HIV testi, potansiyel bir HIV maruziyetinden sonraki 12 hafta içinde yapıldıysa, pencere dönemi içinde yapılan bir testin sonucu, doğruluk açısından çok güvenilir olmayabilir. Bu nedenle, potansiyel bir HIV maruziyetinden sonraki 12 hafta sonra başka bir test yapılması önerilmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

POCT, hastaların bakım aldığı yerde veya yakınında gerçekleştirilen tıbbi tanı testleridir. Örnekleri merkezi bir laboratuvara göndermek yerine, POCT anında ve yerinde sonuç sağlar. POCT günümüzde giderek yaygınlaşmaktadır. pH değeri, kısmi gaz basınçları, baz fazlalığı gibi kan gazı analizi parametrelerine ek olarak elektrolit konsantrasyonları, laktat, bikarbonat konsantrasyonu ve kan şekeri gibi parametreler acil durum yerinde hızlı bir şekilde belirlenebilmektedir. Bu tür testler hastaneye varmadan önce bile erken, hedefe yönelik tedaviyi kolaylaştırmaktadır. POCT’ler geleneksel testlere göre üzerine durulması gereken çok önemli birkaç avantaj sunar:

Hız: POCT’nin en önemli yararlarından biri sonuçları hızlı bir şekilde elde edebilmektir. Bu özellik, özellikle acil durumlarda önemlidir çünkü hastaya yönelik hızlı kararlar alınması gerekmektedir.

Kolaylık: POCT sayesinde testler hastanın yatağında, bir doktor muayenehanesinde gerçekleştirilebilir. Bu, hastaların laboratuvara gitme gereksinimini ortadan kaldırarak bekleme süresini azaltır.

İyileştirilmiş hasta yönetimi: POCT ile hızlı test sonuçları, hastaların gerçek zamanlı olarak takip edilmesine olanak sağlar.

Maliyet etkinliği: POCT cihazlarının başlangıç maliyeti bazen daha yüksek olabilese de bazı durumlarda genel maliyetler azaltılabilir. POCT, hastaneye ek ziyaretlerin sayısını azaltabilir, ulaşım maliyetlerini düşürür ve tedavi gecikmelerini önler.

Erişilebilirlik: POCT, özellikle kırsal alanlar veya gelişmekte olan ülkeler gibi kaynak sınırlı ortamlarda yararlı olabilir. POCT, merkezi laboratuvarlara olan erişimi sınırlı olan yerlerde daha hızlı tanı ve hasta yönetimi sağlamakta önemlidir.

Bu avantajlarına rağmen POCT ile ilişkili bazı düşünülmeleri gereken noktalar ve zorluklar da vardır. Örneğin POCT cihazlarının doğruluğunu ve güvenilirliğini korumak çok önemlidir. Test sonuçlarının doğruluğundan ve tutarlılığından emin olmak için düzenli kalite kontrol önlemleri alınmalıdır. Ayrıca sağlık profesyonellerinin POCT cihazlarını işletme ve sonuçları yorumlama konusunda yeterli eğitime sahip olması önemlidir. Bazı testler, duyarlılık, özgüllük veya tespit edebildiği koşulların aralığı gibi konularda sınırlamalara sahip olabilir. Son olarak POCT cihazlarının kalitesi ve güvenliği için düzenleyici denetimler gereklidir. POCT, hızlı ve pratik tanı testleri sağlayarak hastaların bakımında önemli bir gelişme potansiyeline sahiptir. POCT hâlen daha gelişmektedir ve gelecekte umut vadetmektedir.

POCT tıbbi teşhis ve sağlık hizmetlerinde önemli bir rol oynamaya devam edecek ve bu testlerin cihazları giderek daha taşınabilir hâle gelecektir. Bu durum, sağlık profesyonellerinin ve hastaların POCT'leri daha geniş bir yelpazede ve daha fazla yerde kullanmalarına olanak tanır. Teknolojik gelişmeler, test sonuçlarının daha hızlı ve daha hassas olmasını sağlayacaktır. Akıllı telefon ve tablet gibi cihazlar, hastaların kendi başlarına bazı testleri yapmalarına ve sonuçları takip etmelerine yardımcı olacak uygulamalarla entegre edilebilecektir. Yakın bir

gelecekte genetik ve moleküler düzeyde yapılan testlerin POCT formatında sunulması, hastalıkların genetik temellerini anlamak ve daha iyi tedavi seçenekleri sunmak için kullanılabilir. Bu nedenle, bu alandaki teknolojik ve tıbbi gelişmeler dikkatle izlenmelidir. POCT cihazlarından elde edilen verilerin daha etkili bir şekilde analiz edilmesi ve sağlık kayıtları ile entegre edilmesi, daha iyi tedavi kararları alınmasına yardımcı olabilir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Fadime Bilmez, Seda Nur Topkaya; **Tasarım:** Fadime Bilmez, Seda Nur Topkaya; **Denetleme/Danışmanlık:** Fadime Bilmez, Seda Nur Topkaya; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Fadime Bilmez, Seda Nur Topkaya; **Analiz ve/veya Yorum:** Fadime Bilmez, Seda Nur Topkaya; **Kaynak Taraması:** Fadime Bilmez, Seda Nur Topkaya; **Makalenin Yazımı:** Fadime Bilmez, Hasan İşbilir, Seda Nur Topkaya; **Eleştirel İnceleme:** Fadime Bilmez, Hasan İşbilir, Seda Nur Topkaya; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Fadime Bilmez, Hasan İşbilir, Seda Nur Topkaya; **Malzemeler:** Fadime Bilmez, Hasan İşbilir, Seda Nur Topkaya.

KAYNAKLAR

- Liu X, Zhu X, Kost GJ, Liu J, Huang J, Liu X. The creation of point-of-care-ology. *Point of Care*. 2019;18(3):77-84. [[Crossref](#)]
- Howick J, Cals JW, Jones C, Price CP, Plüddemann A, Heneghan C, et al. Current and future use of point-of-care tests in primary care: an international survey in Australia, Belgium, The Netherlands, the UK and the USA. *BMJ Open*. 2014;4(8):e005611. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Schols AMR, Dinant GJ, Hopstaken R, Price CP, Kusters R, Cals JWL. International definition of a point-of-care test in family practice: a modified e-Delphi procedure. *Fam Pract*. 2018;35(4):475-80. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- St John A, Price CP. Existing and emerging technologies for point-of-care testing. *Clin Biochem Rev*. 2014;35(3):155-67. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Nichols JH. Utilizing point-of-care testing to optimize patient care. *EJIFCC*. 2021;32(2):140-4. [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Larsson A, Greig-Pylypczuk R, Huisman A. The state of point-of-care testing: a European perspective. *Ups J Med Sci*. 2015;120(1):1-10. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Ransohoff JR, Melanson SEF. What's new in point-of-care testing? *Point of Care*. 2019;18(3):92-8. [[Crossref](#)]
- Srinivasan B, Tung S. Development and applications of portable biosensors. *J Lab Autom*. 2015;20(4):365-89. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Florkowski C, Don-Wauchope A, Gimenez N, Rodriguez-Capote K, Wils J, Zemlin A. Point-of-care testing (POCT) and evidence-based laboratory medicine (EBLM) - does it leverage any advantage in clinical decision making? *Crit Rev Clin Lab Sci*. 2017;54(7-8):471-94. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Müller MM, Hackl W, Griesmacher A. Point-of-Care-Testing--das Intensivlaboratorium [Point-of-care-testing--the intensive care laboratory]. *Anaesthesist*. 1999;48(1):3-8. German. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Ji D, Low SS, Zhang D, Liu L, Lu Y, Liu Q. Smartphone-based electrochemical system for biosensors and biodetection. *Methods Mol Biol*. 2022;2393:493-514. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Tran NK, LaValley C, Bagley B, Rodrigo J. Point of care blood glucose devices in the hospital setting. *Crit Rev Clin Lab Sci*. 2023;60(4):290-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Tang Z, Louie RF, Lee JH, Lee DM, Miller EE, Kost GJ. Oxygen effects on glucose meter measurements with glucose dehydrogenase- and oxidase-based test strips for point-of-care testing. *Crit Care Med*. 2001;29(5):1062-70. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- DuBois JA, Slingerland RJ, Fokkert M, Roman A, Tran NK, Clarke W, et al. Bedside Glucose Monitoring-Is it Safe? A New, Regulatory-Compliant Risk Assessment Evaluation Protocol in Critically Ill Patient Care Settings. *Crit Care Med*. 2017;45(4):567-74. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Greene DN, Schmidt RL, Kamer SM, Grenache DG, Hoke C, Lorey TS. Limitations in qualitative point of care hCG tests for detecting early pregnancy. *Clin Chim Acta*. 2013;415:317-21. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Gnoth C, Johnson S. Strips of hope: accuracy of home pregnancy tests and new developments. *Geburtshilfe Frauenheilkd*. 2014;74(7):661-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Johnson S, Cushion M, Bond S, Godbert S, Pike J. Comparison of analytical sensitivity and women's interpretation of home pregnancy tests. *Clin Chem Lab Med*. 2015;53(3):391-402. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Sood P, Paul G, Puri S. Interpretation of arterial blood gas. *Indian J Crit Care Med*. 2010;14(2):57-64. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Korpi-Steiner N, Horowitz G, Tesfazghi M, Suh-Lailam BB. Current Issues in Blood Gas Analysis. *J Appl Lab Med*. 2023;8(2):372-81. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Su HW, Yi YC, Wei TY, Chang TC, Cheng CM. Detection of ovulation, a review of currently available methods. *Bioeng Transl Med*. 2017;2(3):238-46. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Robinson JE, Wakelin M, Ellis JE. Increased pregnancy rate with use of the Clearblue Easy Fertility Monitor. *Fertil Steril*. 2007;87(2):329-34. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Soumpasis I, Grace B, Johnson S. Real-life insights on menstrual cycles and ovulation using big data. *Hum Reprod Open*. 2020;2020(2):hoaa011. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Nichols JH, Ali M, Anetor JI, Chen LS, Chen Y, Collins S, et al. AACC Guidance Document on the Use of Point-of-Care Testing in Fertility and Reproduction. *J Appl Lab Med*. 2022;7(5):1202-36. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Scalise D. Poised for growth. Point-of-care testing. *Hosp Health Netw*. 2006;80(9):77-83. Erratum in: *Hosp Health Netw*. 2006;80(11):10. [[PubMed](#)]
- Melnick H, Goudas V. The detection of a salivary ferning pattern using the Knowhen ovulation monitoring system as an indication of ovulation. *J Women's health Care*. 2015;4(3):2167-0420. [[Link](#)]
- Andersen ES, Østergaard C, Röttger R, Christensen AF, Brandslund I, Brasen CL. POCT urine dipstick versus central laboratory analyses: Diagnostic performance and logistics in the medical emergency department. *Clin Biochem*. 2023;111:17-25. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Kavuru V, Vu T, Karageorge L, Choudhury D, Senger R, Robertson J. Dipstick analysis of urine chemistry: benefits and limitations of dry chemistry-based assays. *Postgrad Med*. 2020;132(3):225-33. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Echeverry G, Hortin GL, Rai AJ. Introduction to urinalysis: historical perspectives and clinical application. *Methods Mol Biol*. 2010;641:1-12. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Omoruyi FO, Mustafa GM, Okorodudu AO, Petersen JR. Evaluation of the performance of urine albumin, creatinine and albumin-creatinine ratio assay on two POCT analyzers relative to a central laboratory method. *Clin Chim Acta*. 2012;413(5-6):625-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Mambatta AK, Jayarajan J, Rashme VL, Harini S, Menon S, Kuppusamy J. Reliability of dipstick assay in predicting urinary tract infection. *J Family Med Prim Care*. 2015;4(2):265-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Frailé Navarro D, Sullivan F, Azcoaga-Lorenzo A, Hernandez Santiago V. Point-of-care tests for urinary tract infections: protocol for a systematic review and meta-analysis of diagnostic test accuracy. *BMJ Open*. 2020;10(6):e033424. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Hwang C, Lee WJ, Kim SD, Park S, Kim JH. Recent advances in biosensor technologies for point-of-care urinalysis. *Biosensors (Basel)*. 2022;12(11):1020. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
- Zhou X, Lai W, Zhong J, Yang Y, Chen Z, Zhang C. Point-of-care detection of glycated hemoglobin using a novel dry chemistry-based electrochemiluminescence device. *Anal Chim Acta*. 2023;1279:341829. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Eley R. Cardboard versus sterile containers: more nitrite-positive urinalysis results? *Br J Nurs*. 2015;24(9):S4, S6-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Zhang Q, Zong X, Li P, Sun G, Lin J. Performance evaluation of four commercial point-of-care testing urine analyzers for diagnosing urinary tract infection. *Clin Lab*. 2021;67(10). [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
- Bjerg LN, Thomsen HH, Madsen JB, Sandfeld-Paulsen B. Evaluation of the point-of-care devices KetoSure™ and StatStrip Express® blood ketone tests using β -hydroxybutyrate spiked samples. *Scand J Clin Lab Invest*. 2022;82(3):226-31. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]

37. Kupstat A, Kumke MU, Hildebrandt N. Toward sensitive, quantitative point-of-care testing (POCT) of protein markers: miniaturization of a homogeneous time-resolved fluoroimmunoassay for prostate-specific antigen detection. *Analyst*. 2011;136(5):1029-35. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
38. Xu W, Song D, Liu J, Han X, Xu J, Zhu A, et al. Development of chemiluminescent lab-on-fiber immunosensors for rapid point-of-care testing of anti-SARS-CoV-2 antibodies and evaluation of longitudinal immune response kinetics following three-dose inactivation virus vaccination. *J Med Virol*. 2023;95(1):e28190. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
39. Kościelniak-Merak B, Radosavljević B, Zajac A, Tomasik PJ. Faecal occult blood point-of-care tests. *J Gastrointest Cancer*. 2018;49(4):402-5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
40. Kielly J, Kelly DV, Hughes C, Day K, Hancock S, Asghari S, et al. Adaptation of POCT for pharmacies to reduce risk and optimize access to care in HIV, the APPROACH study protocol: examining acceptability and feasibility. *Pilot Feasibility Stud*. 2018;4:59. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
41. Mullens AB, Daken K, Lemoire J, Brownlow C, Driver G, Gow J. HIV Point of Care Testing (PoCT) at Late-Night Sex on Premises Venues (SOPV) for Gay and Bisexual Men and Other Men Who Have Sex with Men (GBMSM): A Mixed Methods Analysis. *AIDS Behav*. 2020;24(2):450-66. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
42. Young N, Achieng F, Desai M, Phillips-Howard P, Hill J, Aol G, et al. Integrated point-of-care testing (POCT) for HIV, syphilis, malaria and anaemia at antenatal facilities in western Kenya: a qualitative study exploring end-users' perspectives of appropriateness, acceptability and feasibility. *BMC Health Serv Res*. 2019;19(1):74. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]