



ANALIZA ZNOJA

U LABORATORIJSKOJ MEDICINI

dr. sc. Marijana Miler

Klinički zavod za kemiju,
KBC Sestre milosrdnice, Zagreb

ZNOJ KAO UZORAK



NEINVAZIVAN

Lako dostupan



JEDNOSTAVAN

Volumen
Minimalna priprema

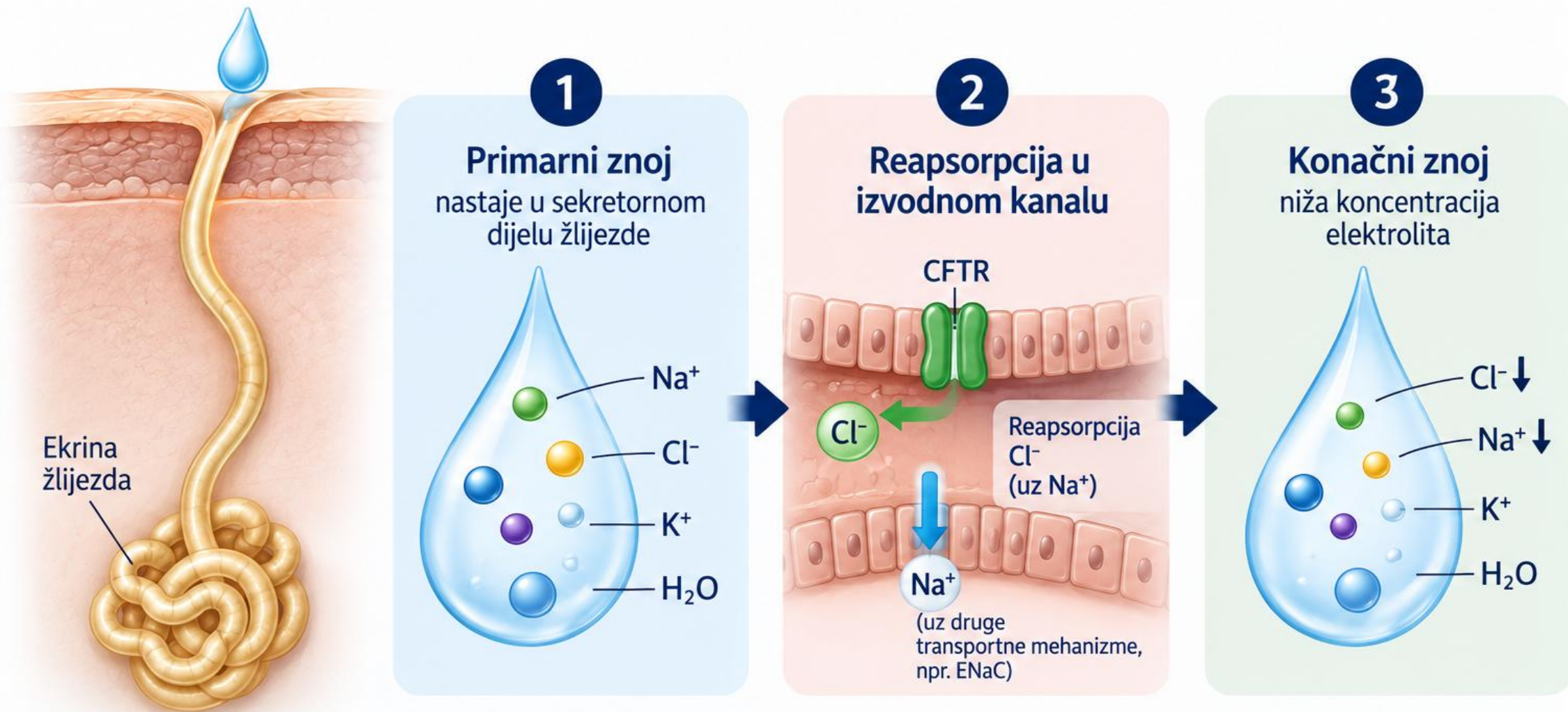


NESTABILAN

Sastav
Predanalitika



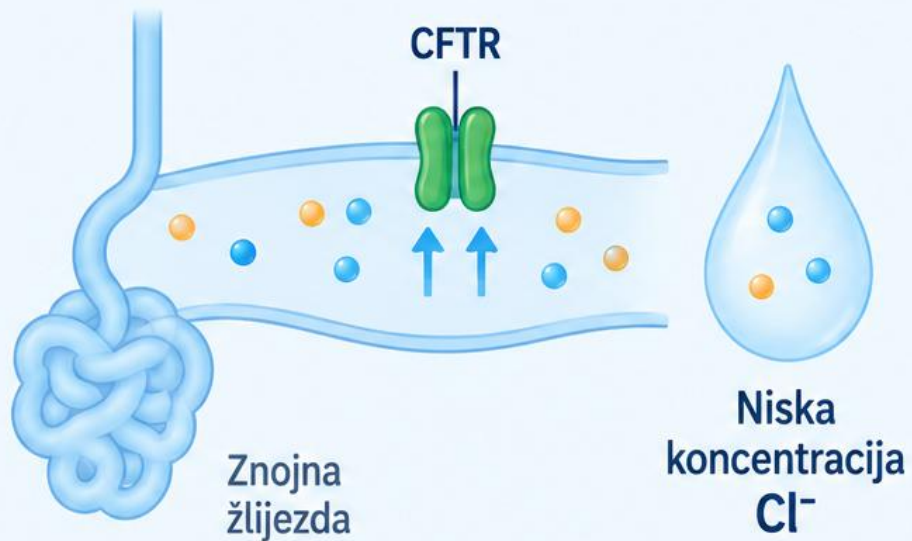
OD PRIMARNOG DO KONAČNOG ZNOJA



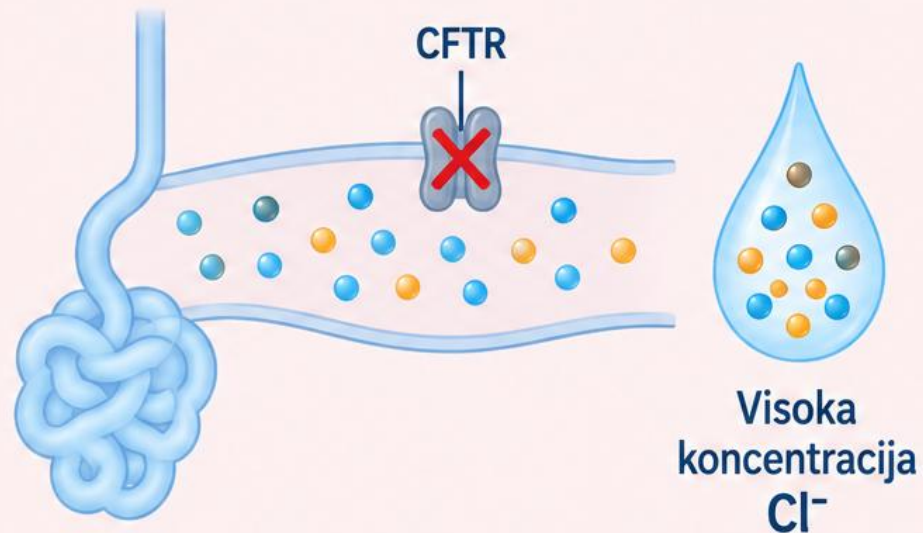
Brža proizvodnja znoja → kraće vrijeme reapsorpcije → viša koncentracija Na^+/Cl^- u konačnom znoju.

ZNOJ U CISTIČNOJ FIBROZI

NORMALNA FUNKCIJA CFTR-a



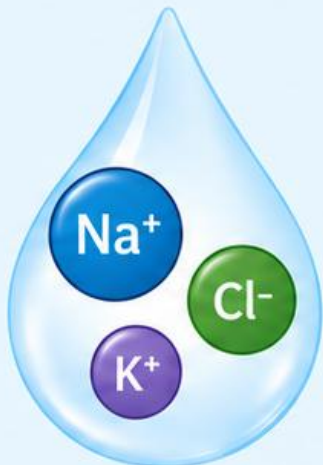
DISFUNKCIONALNI CFTR (mutacija)



Koncentracija klorida u znoju odražava **funkciju CFTR-a**.

SASTAV ZNOJA

ELEKTROLITI



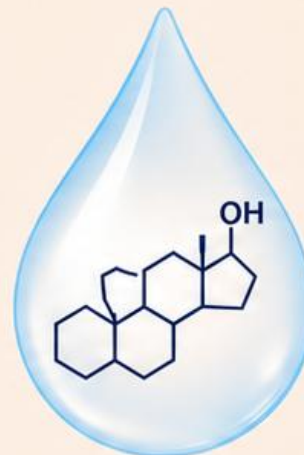
Na⁺, Cl⁻, K⁺
drugi ioni

METABOLITI



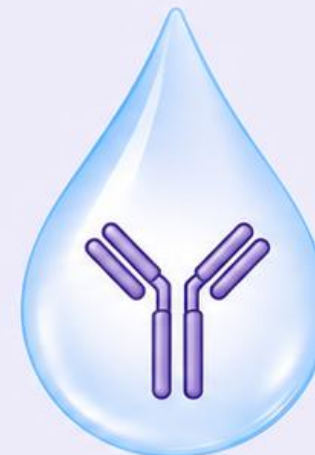
Glukoza
Laktat
Aminokiseline
Urea

HORMONI



Kortizol
Aldosteron
Spolni hormoni
Drugi hormoni

PROTEINI



Citokini
Imunoglobulini
Enzimi
Drugi proteini



Mjerljivi?
Interpretacija?

PROMJENE SASTAVA ZNOJA

BRZINA ZNOJENJA



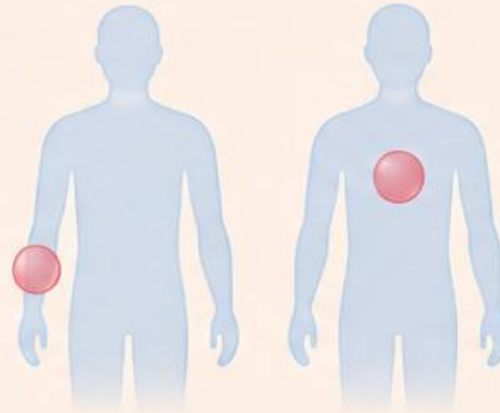
- ↑ protok
- ↓ vrijeme reapsorpcije
- ↑ Na^+/Cl^-

UVJETI OKOLINE



- temperatura
- vlaga
- aklimatizacija

MJESTO UZORKOVANJA



- razlike u regijama
- najčešće podlaktica

ISPITANIK



- dob
- fiziološko stanje
- individualne razlike
- kliničko stanje/lijekovi

Za što se koristi analiza znoja

RUTINSKA KLINIČKA PRIMJENA



Cistična fibroza
Kloridi u znoju

ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ



Sport



Lijekovi



Metaboliti



**Hormoni
i wearable**

POTICANJE ZNOJENJA

Pilokarpinska iontoforeza

standardizirana stimulacija ekrinih žlijezda



Pilokarpin

stimulira ekrine žlijezde



Blaga istosmjerna struja

omogućuje prolazak pilokarpina kroz kožu



Prema smjernicama

maksimalno 4 mA
tijekom 3–5 minuta

Ostali načini poticanja znojenja

(istraživanje)



Pasivno zagrijavanje



Tjelesna aktivnost

Pilokarpinska iontoforeza

1. PRIPREMA KOŽE



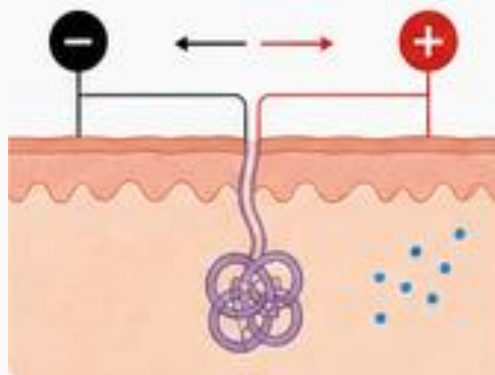
2. PILOKARPIN I ELEKTRODE



3. IONTOFOREZA



4. UKLANJANJE ELEKTRODA



NAČINI PRIKUPLJANJA ZNOJA



RUTINSKI



filter papir/gaza



Macroduct®



ISTRAŽIVANJE

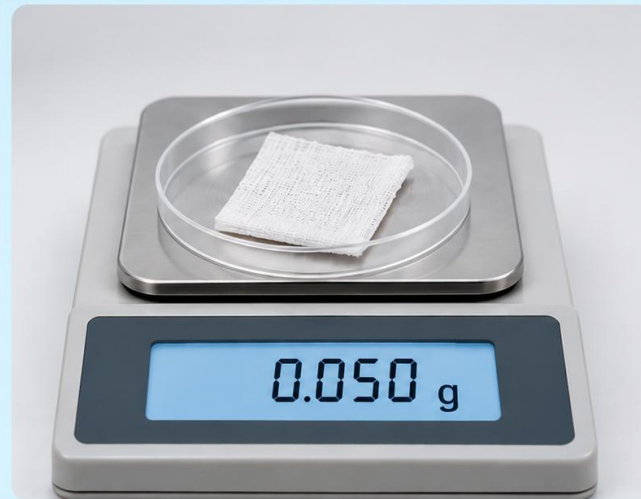


apsorpcijski flasteri



mikrofluidni senzori

PRIKUPLJANJE ZNOJA



Nakon prikupljanja znoja

Mjere filter papira (cm)	Površina prikupljanja (cm ²)	Minimalna masa znoja (mg)
1 x 6	6	20
1,5 x 10	15	50
5 x 5	25	75



Minimalni
intenzitet lučenja:
1 g/m²/min



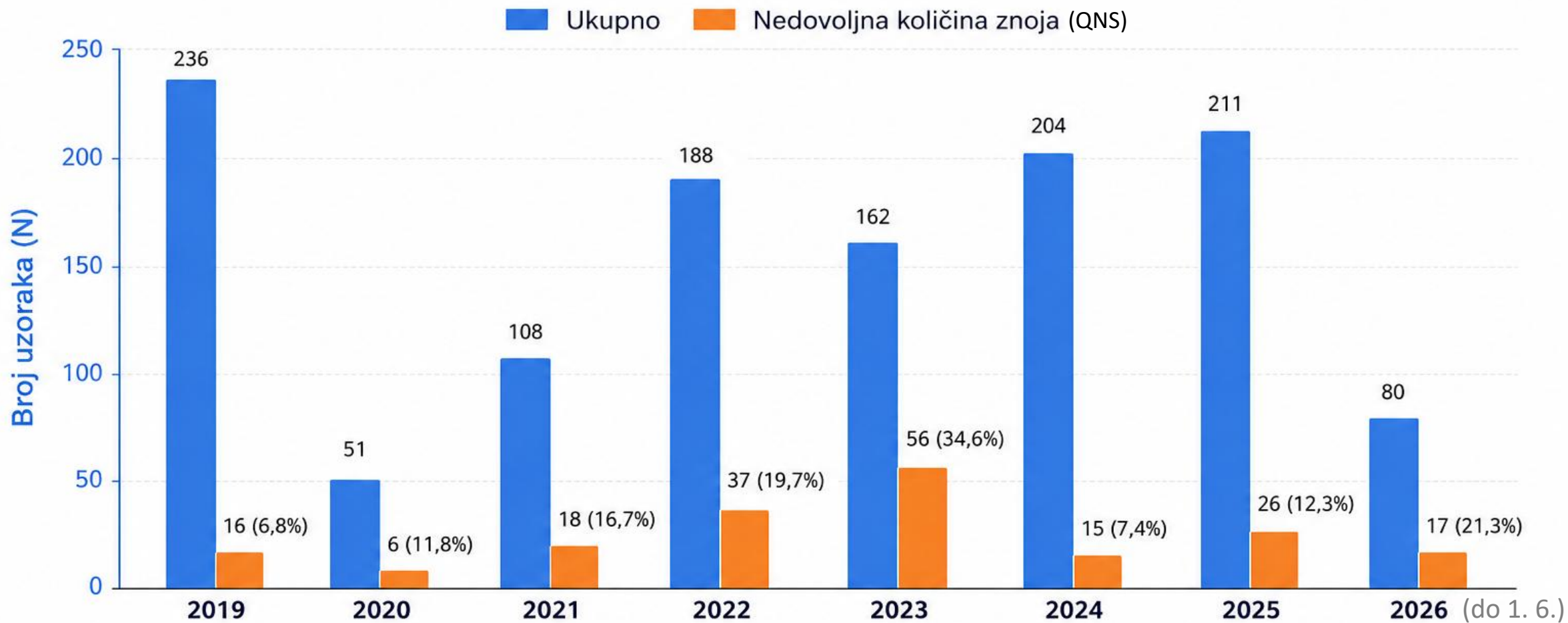
**< nedovoljna
količina znoja**



**Dovoljna količina
za pouzdan
rezultat.**



NEDOVOLJNA KOLIČINA ZNOJA - KZZK



QNS = engl. *Quantity Not Sufficient*

PREDANALITIČKI ČIMBENICI

STANJE PACIJENTA



Hidratacija



Tjelesna
aktivnost



Temperatura



Lijekovi

KONTAMINACIJA



Koža



Kozmetika

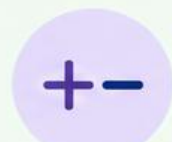


Vanjski
izvori

UZORKOVANJE ZNOJA



Dovoljno
znojenja



Točan
volumen

SKLADIŠTENJE I TRANSPORT

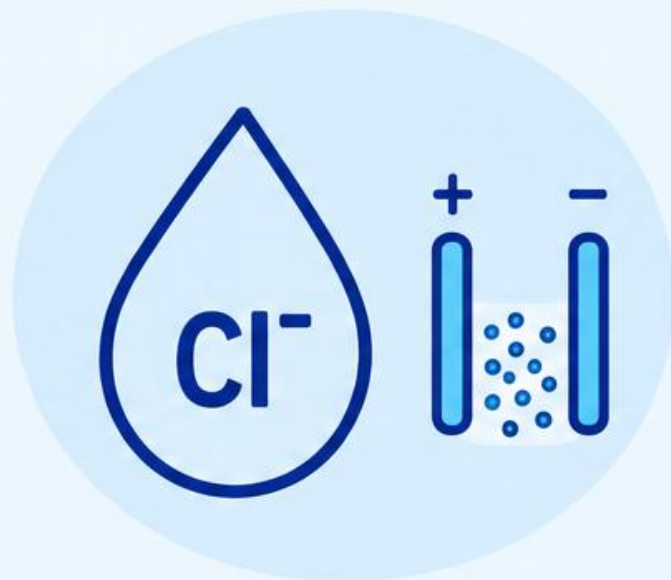


Standardizacija

ANALITIČKE METODE

KULOMETRIJA (KLORIDOMETRIJA)

referentna metoda



visoka točnost



niska interferencija



preporučena metoda

Cl^-

Mjerni raspon:
10–160 mmol/L

ANALITIČKE METODE

Mercurimetrijska titracija po Schalesu



pH vrijednost:
3,0 – 3,6

ANALITIČKE METODE

ALTERNATIVNE METODE

ION-SELEKTIVNE ELEKTRODE (ISE)



brza



jednostavna

Cl^-

Mjerni raspon:
50–150 mmol/L

KONDUKTOMETRIJA



brza



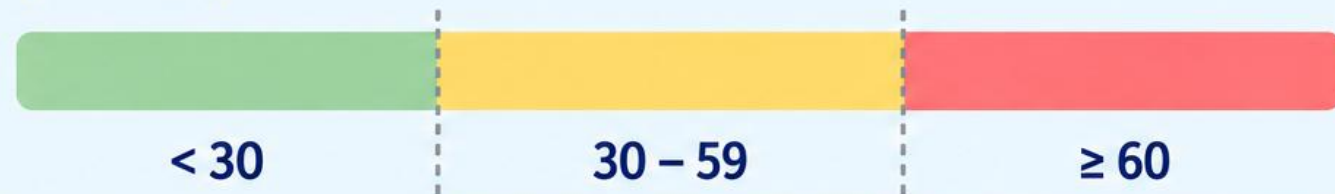
nije specifična
za Cl^-

NaCl

Mjerni raspon:
0–200 mmol/L NaCl

INTERPRETACIJA REZULTATA

Kloridi u znoju (mmol/L)



Cistična fibroza
malo vjerojatna



Graničan
nalaz



Cistična fibroza
vjerojatna

Daljnji koraci



Genetsko
testiranje?



Simptomi



Ponoviti
pretragu

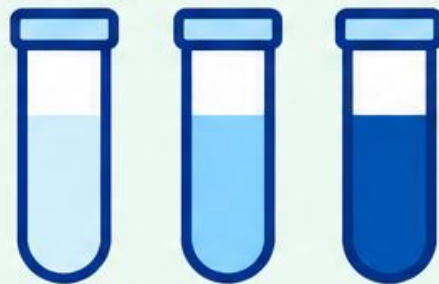


Interpretacija prema kliničkoj slici.

KONTROLA KVALITETE



QNS



UKK



VKK

OSTALE PRIMJENE ANALIZE ZNOJA



**Poremećaji
znojenja**



**Praćenje
terapije**



**Novorođenčad
i dojenčad**



**Sport
i napor**



**Profesionalna
izloženost**



**Dermatološke
bolesti**



Kortizol u znoju



MOGUĆE PRIMJENE



Praćenje stresa
(dnevni ritam)

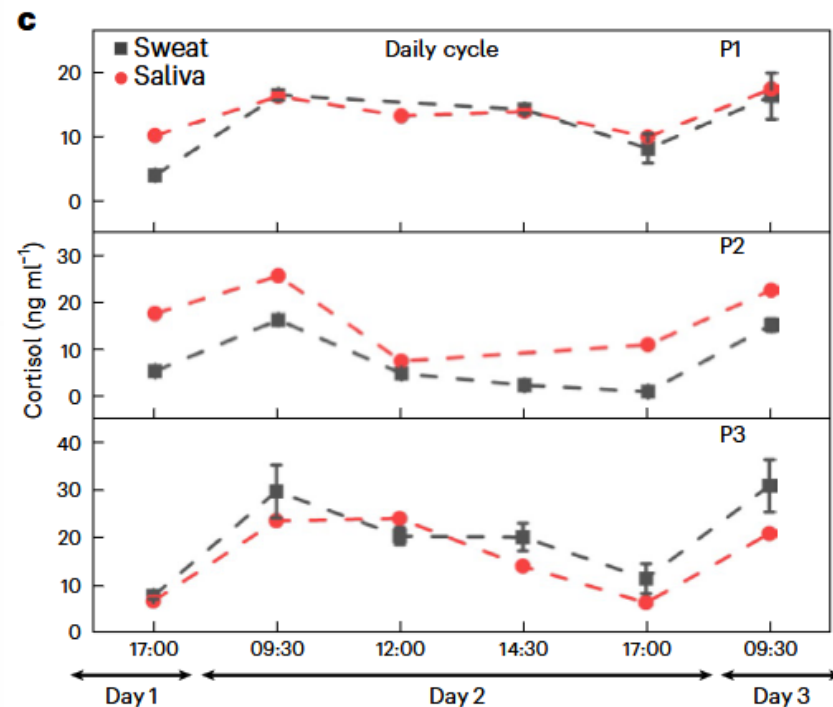
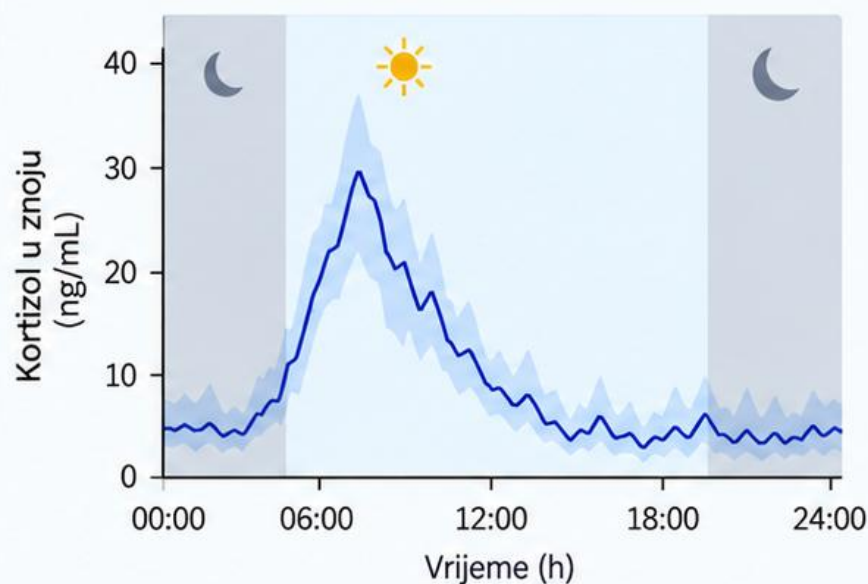


Sportska fiziologija
(odgovor na opterećenje)



Istraživanja
(endokrini odgovori)

DNEVNI RITAM KORTIZOLA

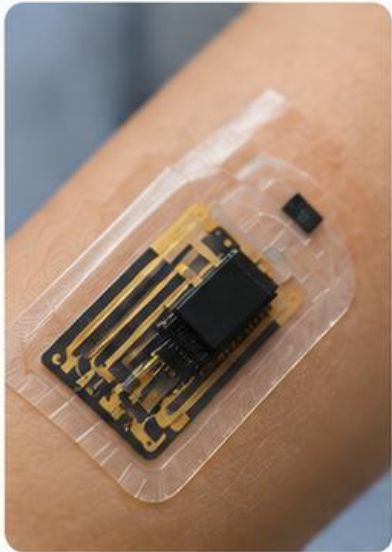




BUDUĆNOST ANALIZE ZNOJA



NOSIVI SENZORI



neinvazivno



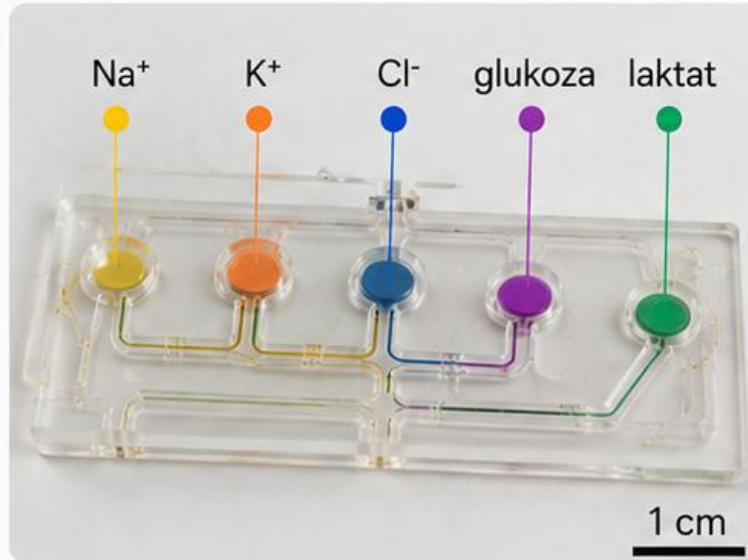
kontinuirano



real-time

Du Z et al. Chem. Eur. J. 2026.
(sistematski pregled)

MULTIPARAMETARSKA ANALIZA



Kim J et al. Biosens Bioelectron. 2024.

ŠIRE KLINIČKE PRIMJENE



Sport i fiziologija



Farmakološka
istraživanja



Istraživanje
biomarkera



Istraživačke
primjene

HVALA NA PAŽNJI!

