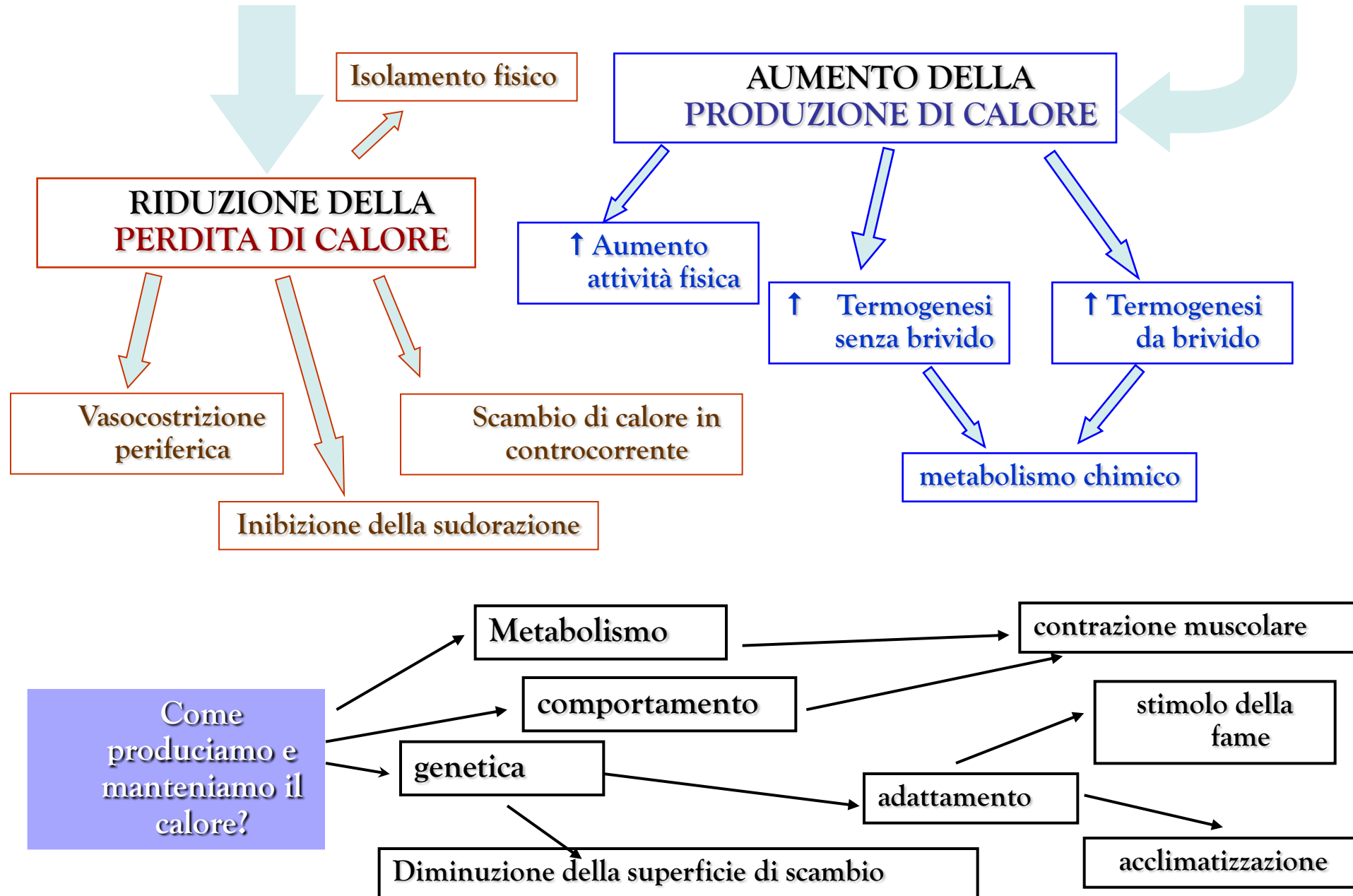


Adattamento fisiologico al freddo



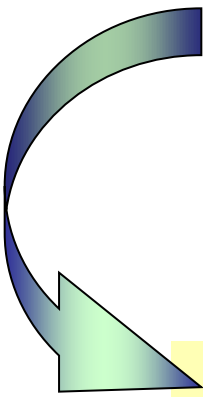
La termogenesi metabolica (obbligatoria)

Molte delle reazioni biochimiche che avvengono nei processi metabolici cellulari liberano energia in forma di calore

La termogenesi avviene in tutti i tessuti
quantità totale di calore prodotto → livello di attività dei tessuti

Fegato → sede di un'intensa termogenesi, in esso si svolgono numerosi ed intensi processi metabolici esotermici

Muscolatura scheletrica (e cardiaca) → produzione termica elevata durante la contrazione
(circa i 2/3 dell'energia derivante dalla trasformazione di ATP in ADP che sostiene la contrazione delle fibre muscolari si trasforma in calore)



rapidamente variata modificando l'intensità e la durata della loro contrazione

Termogenesi facoltativa (o regolatoria)

La produzione termica deve essere aumentata?



aumento del tono muscolare



si accompagna a produzione di calore, che cresce rapidamente con la sua intensità

quel grado di contrazione basale, costantemente presente in tutti i muscoli scheletrici

Se la termogenesi muscolare deve essere notevolmente aumentata, intervengono particolari tipi di contrazione muscolare, a carico della muscolatura di tutto il corpo, che si manifestano con il **tremore muscolare** e i **brividi** (termogenesi da brivido)

fino al 300% del valore basale !



non hanno alcuna finalità motoria, ma solo quella di accrescere la produzione termica



Il brivido

- La termogenesi da brivido è un meccanismo dovuto a muscoli antagonisti e i primi ad essere stimolati sono i muscoli del collo (sbattimento dei denti)
- Coinvolge massimamente i muscoli del collo, ma poco quelli scheletrici estensori e flessori degli arti
- Questo meccanismo viene poi interrotto perché si interviene per via ormonale
- Processo involontario e regolato dai centri nervosi dell'ipotalamo



- E' molto efficace perché aumenta di 2-3 volte la produzione di calore e contribuisce del 60% all'aumento del calore prodotto (idrolisi dell'ATP)
- Manca nel neonato

Parallelamente al meccanismo muscolare, intervengono nella regolazione della termogenesi due meccanismi ormonali

liberazione delle catecolamine
(adrenalina e noradrenalina)
da parte della midollare surrenale

liberazione degli ormoni tiroidei
(tiroxina e triiodotironina)

questi ormoni, accanto alle specifiche e diversificate funzioni che svolgono nell'organismo, agiscono nelle cellule stimolando i processi metabolici ossidativi e quindi la produzione termica
(termogenesi non da brivido)

- agiscono molto prontamente
- integrano il meccanismo muscolare nel conferire rapidità alla risposta al freddo

- risposte molto più tardive
- intervengono con una latenza di gg o settimane al persistere dello stimolo termico ambientale

- maggior tempo richiesto dal meccanismo neuro-ormonale con cui viene controllata la funzione tiroidea, e in parte all'azione più lenta degli ormoni tiroidei a livello cellulare
- Efficaci solo nell'adattamento a cambiamenti duraturi della T ambientale

IL GRASSO BRUNO



Termogenesi non da brivido

- ✓ Particolare tessuto adiposo
- ✓ Altamente vascolarizzato e innervato
- ✓ Cellule ricche di mitocondri che danno luogo a un'intensa termogenesi
- ✓ In tutti gli animali omeotermi
- ✓ Uomo → nei primi mesi (o anni) di vita nella regione dorsale (periscapolare)
- ✓ Ruolo nell'aumento della resistenza al freddo dell'organismo infantile
- ✓ Adulto → zone circostanti il surrene e i grossi vasi



Regolazione della dispersione termica cutanea

Dipende fundamentalmente dalla differenza di T tra la cute e l'ambiente stesso $\rightarrow$ regolata variando la T cutanea



Controllo $\rightarrow$ segnali portati dalle fibre nervose ortosimpatiche vasomotorie: la loro attivazione determina vasocostrizione, raffreddamento della cute e diminuzione della dispersione termica

flusso sanguigno nel distretto cutaneo



Scambio di calore in controcorrente

- in prossimità degli arti, vene (fredde) e arterie (calde) corrono parallelamente
- calore non si disperde all'esterno attraverso le parti prive di materiale isolante
- pinne del delfino, naso di alcuni animali, arti umani

Fascetto muscolare liscio innervato dall'ortosimpatico

Piloerezione



Uomo $\rightarrow$ pelle d'oca

Cambiamenti di postura



**TERMOREGOLAZIONE
COMPORTAMENTALE**



Pannicolo adiposo sotto la rete vascolare del derma



bassa conduttività termica



Isolante

Regolazione della dispersione termica cutanea

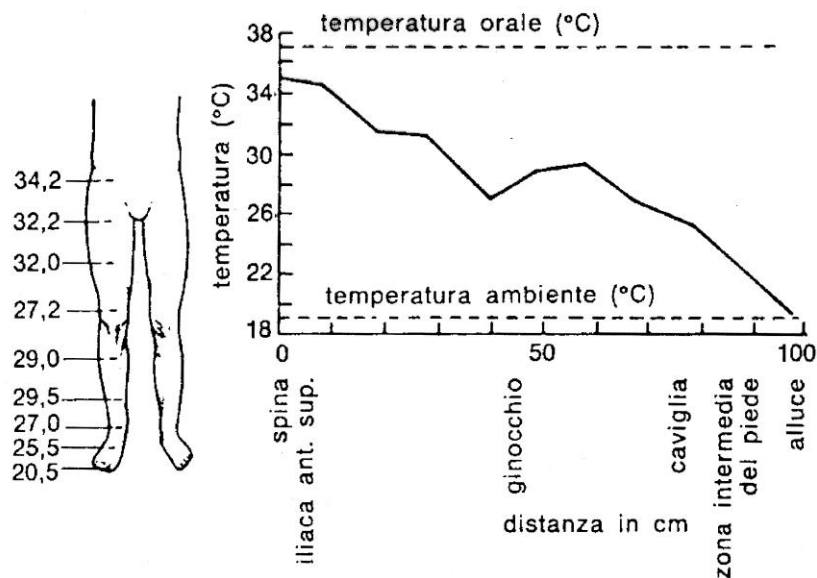


Figura 160 Temperature cutanee registrate lungo la superficie anteriore dell'arto inferiore con un termometro termistore. Arto esposto ad una temperatura ambiente di 19 °C. Notare che all'altezza della spina iliaca antero-superiore la temperatura cutanea si avvicinava alla temperatura corporea registrata nel cavo orale, mentre alla punta dell'alluce la temperatura era uguale a quella dell'ambiente. Tra questi due punti c'era una caduta progressiva della temperatura, ad eccezione della zona sovrastante la patella che era più fredda relativamente alle aree adiacenti, probabilmente a causa dello scarso rifornimento di sangue in confronto ai muscoli.

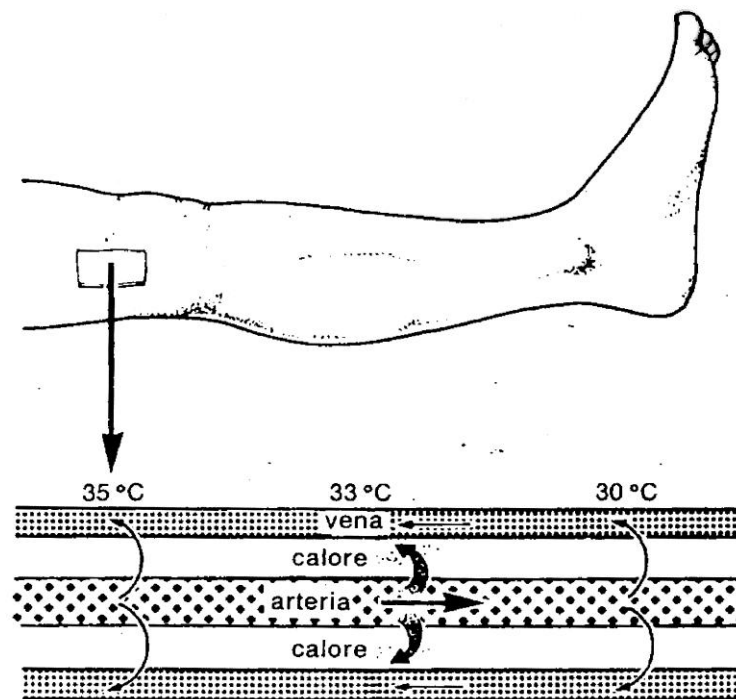


Figura 161 Scambio di calore in controcorrente. Le arterie principali degli arti sono circondate da vene (venae comitantes). Calore è trasferito dalle arterie alle vene che riportano il sangue freddo dalle estremità. La temperatura del sangue nelle arterie diminuisce progressivamente passando alle estremità. Questa disposizione permette alle estremità di essere ad una temperatura molto più bassa di quella corporea senza che sangue eccessivamente freddo torni al cuore dalle estremità per mezzo delle vene.

Strategie di adattamento genetico

La capacità di termoregolazione è massima nei Primati e in particolare nell'Uomo, che è capace di mantenere costante entro 1°C la propria temperatura interna, al variare di quella esterna da 5°C a più di 40°C

Tolleranza al freddo limitata



No sistemi di isolamento efficienti (eccetto grasso sottocutaneo)



Differenze individuali

Età

Dimensioni

Sesso

Struttura corporea

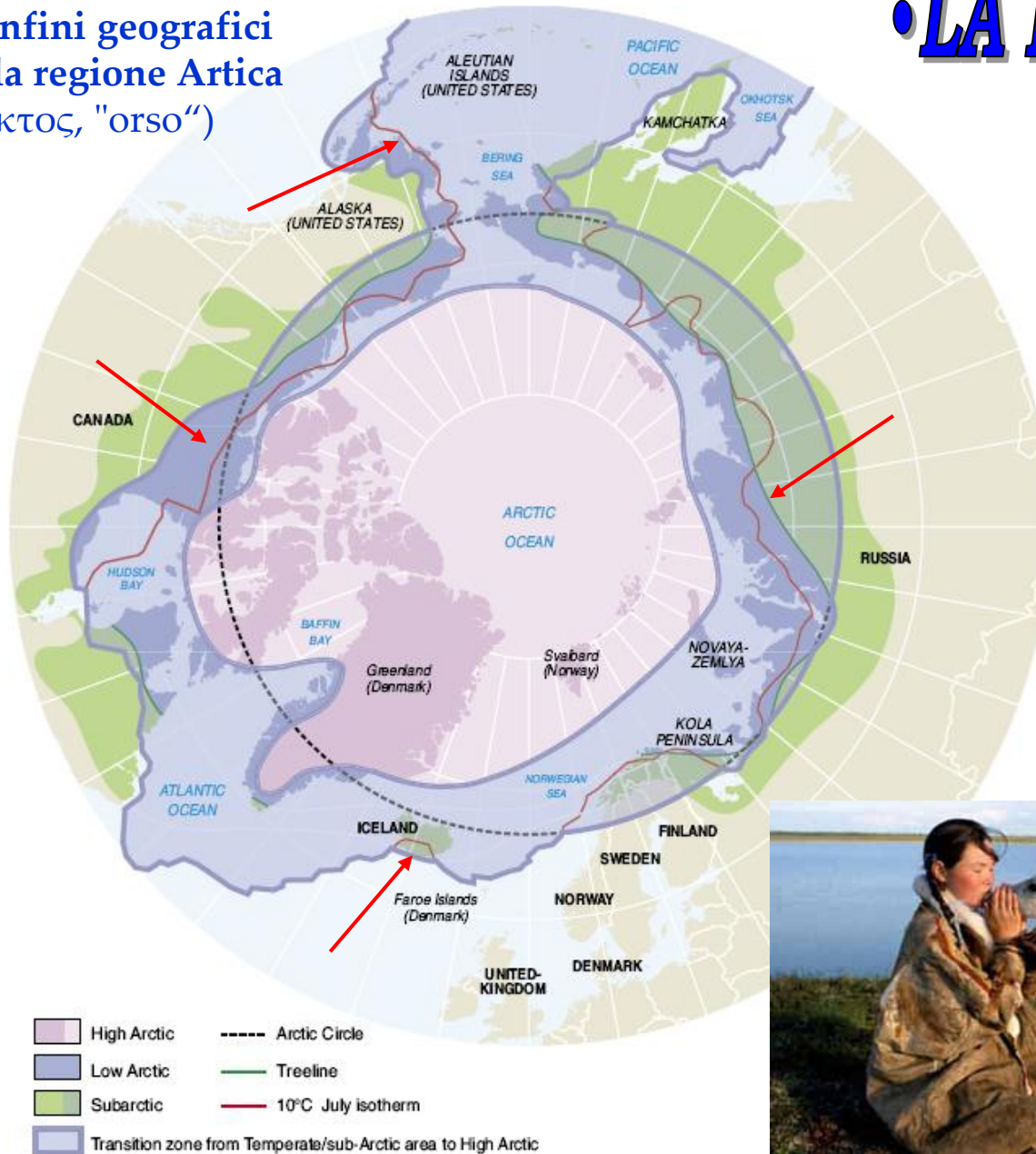


Stadio adulto: superficie di dispersione modesta rispetto alla massa totale che produce calore

Popolazioni adattate a climi freddi:

- 
- Inuit (o Eschimesi)
 - Saami (o Lapponi)
 - Popolazioni andine
 - Indigeni della Terra del Fuoco
 - Indiani del Nord America

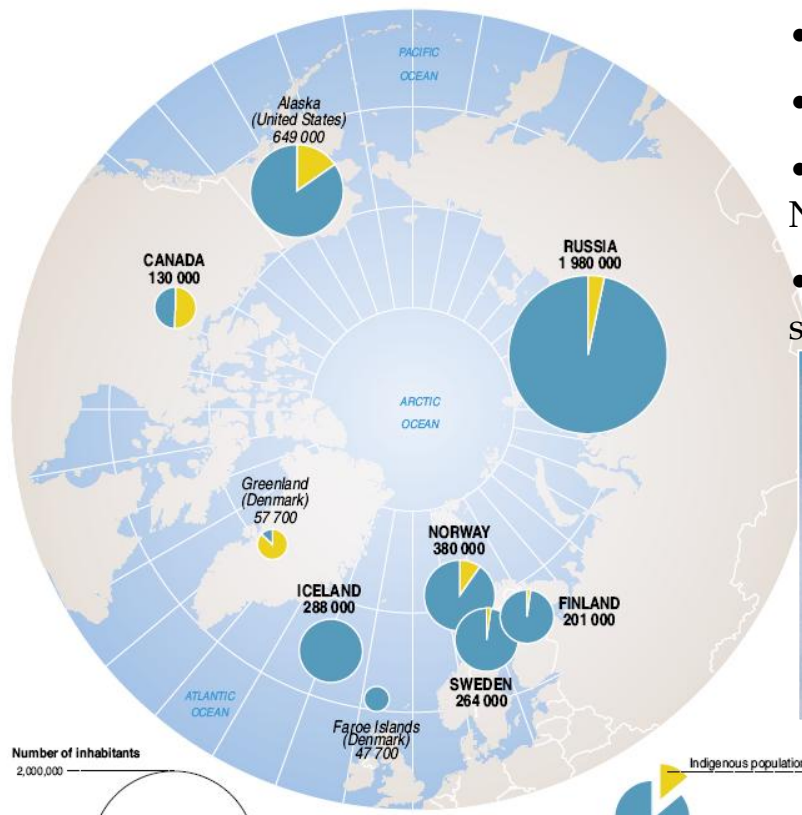
I confini geografici della regione Artica ($\alpha\rho\kappa\tau\omicron\varsigma$, "orso")



• LA REGIONE ARTICA

- isoterma di 10 °C del mese meno freddo (linea di transizione tra la foresta e la tundra)
- dai 50°-60° fino a circa 70° N
- valori medi di temperatura inferiori a 0 °C durante quasi tutto l'anno (solo per un breve periodo estivo-2 o 3 mesi- i valori medi sono superiori a 0°C, con disgelo del suolo)
- precipitazioni scarse





- circa 4 milioni di abitanti
- circa 1/10 appartiene a gruppi locali (“indigeni”)
- fra questi gli Inuit (85% della popolazione del territorio Nunavut, Canada)
- e i Sámi, circa il 2,5% della popolazione della Scandinavia settentrionale e della penisola di Kola



I cambiamenti climatici e lo sviluppo industriale stanno avendo su di loro un forte impatto, più che su altre popolazioni.

Sono cacciatori, raccoglitori e pastori (nomadi). La loro vita “dipende” dalle renne e dai caribù, e dagli animali marini, che sono da sempre la loro principale risorsa di sussistenza



Circa 150.000 individui:

Canada: Nunavut, Inuvialuit, Nunavik (Quebec), Nunatsiavut (Labrador)

USA (Alaska): Inupiat, Yupik

Groenlandia: Kalaallit

Russia (Penisola dei Chukci): Yupik della Siberia

INUIT

“UOMINI”

“GENTE”

“POPOLO”

“custodi della tundra”



o **ESCHIMESI**
“mangiatori
di carne cruda”

SAAMI

“Il popolo del sole e del vento”

“Il popolo delle renne”

“La nostra gente”

o **LAPPONI**

“vestito di pezze”

“buoni a nulla”

“Lappi” → Terra Remota

circa 75.000 individui:

- 40.000 Norvegia
- 20.000 Svezia
- 7.000 Finlandia
- 2.000 Russia



Adattamento genetico

CARATTERISTICHE SOMATICHE

- statura bassa
- torace ampio
- accorciamento degli arti inferiori e superiori
- faccia appiattita con pannicolo adiposo
- naso alto e stretto
- in genere aumento del grasso corporeo
- colore della pelle relativamente scuro
- presenza di plica mongolica
- elevato metabolismo (?)
- ghiandole sudoripare localizzate principalmente sul volto



Adattamenti culturali

→ Abiti e calzature

(isolamento termico)

- Numerosi strati termo-isolanti
- Aperture negli abiti



→ Abitazioni invernali (igloo)

- Mantengono il caldo
- Contro il vento



→ Abitazioni estive

- Tende di pelle di foca

→ Abitazioni stabili

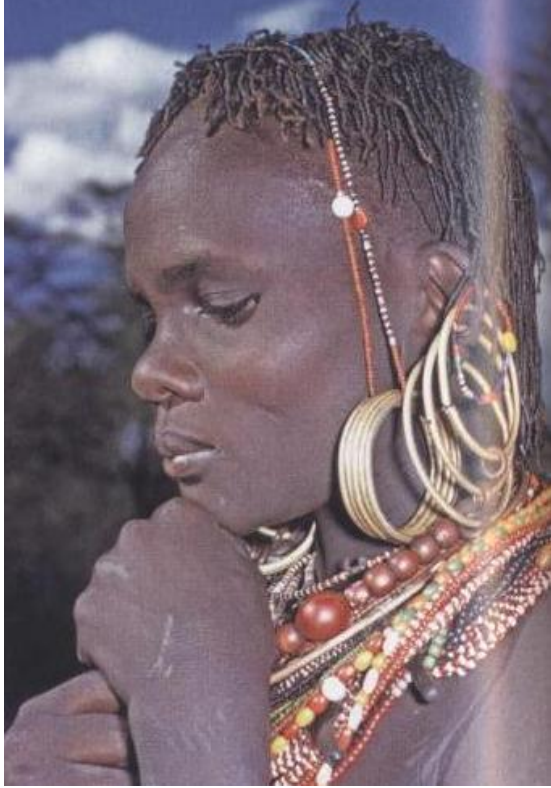
- Strutture seminterrate di pietra

→ Alimentazione

- Ricca in acidi grassi e proteine



Pokot (Kenia)



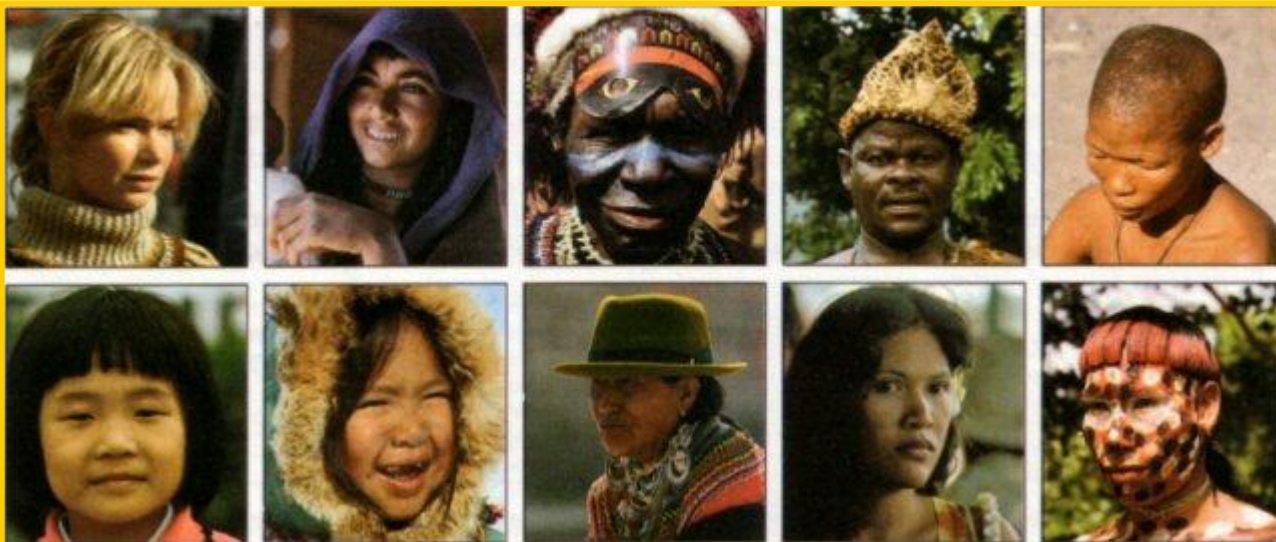
Inuit (Canada)



Berberi
(Tunisia)



Sami
(Finlandia)



ALIMENTAZIONE degli Inuit

TIPO DI ALIMENTO	SOSTANZA NUTRIENTE	CONSEGUENZE
Fegato di narvalo, caribù, anatra, Pelle e grasso di narvalo	Vitamina A Vitamina C o acido ascorbico	sviluppa la visione notturna, protegge la pelle, protegge dalle infezioni Protegge i vasi sanguigni. Una deficienza provoca scorbuto, rallentamento della crescita e aterosclerosi
Caribù, balena	Proteine animali	Utili per l'accrescimento, per la produzione di anticorpi, assicurano l'energia.
Balena, caribù	Zinco	Facilita la guarigione dalle ferite, potenzia il sistema immunitario, favorisce l'accrescimento nel periodo adolescenziale
Elefante marino, caribù, mitili, Ptarmigan, anatre	Ferro	Essenziale per la formazione dei globuli rossi, e per il trasporto dell'ossigeno
Pesci	Calcio e vitamina D	Sono coinvolti nella formazione delle ossa e dei denti forti, interviene nel funzionamento del sistema nervoso
Elefante marino, balena	Vitamine B	Utili per pelle e occhi sani, coinvolte nel metabolismo cellulare e nel funzionamento del sistema nervoso
Elefante marino, balena	Acidi grassi polinsaturi (Omega-3)	Preservano dalle malattie cardiocircolatorie