

Per aspera ad astra

“E’ evidente l’esistenza di un movente psicologico, che si annida alla radice stessa della mentalità umana; quasi una incontentabilità del pensiero, che lo spinge fatalmente a superare ogni ostacolo sul suo cammino con tanta maggiore tenacia quanto più arduo appare il superamento” (Arturo Crocco)

Rodolfo Margaria, un precursore per la Luna

Dott. Lucio Bertoncelli,

con la collaborazione dell’ing. Francesco Paolo Cantelli

Abstract

Inspired by Professor Margaria's study of running and jumping, on land and on the Moon, we see the morphological and dietary transformations that can occur for the future lunar colony

Parole chiave: Margaria- progressione a salti, Moon Colony, Space food

1-Rodolfo Margaria

Al giorno d’oggi sembra quasi impossibile stupirsi d’ innovazioni scientifiche e tecnologiche; a maggior ragione quindi è straordinario pensare che quasi novanta anni fa, nel 1938, un eminente scienziato come il fisiologo prof. Rodolfo Margaria abbia potuto elaborare uno studio quale “ *Sulla fisiologia e specialmente sul consumo energetico della marcia e della corsa a varie velocità ed inclinazioni del terreno*”[1].

Suo merito fu arrivare, in un’ era pionieristica per lo sport, a conclusioni

che nel seguito saranno confermate, con strumenti a costo basso e non invasivi.

Il prof. Margaria, per il lavoro, si avvalse di metodi statistici, sia per valutare il valore di una quantità che l’ andamento di una funzione biologica, e preparò modelli a conferma delle assunzioni fatte. Uno studio ponderoso sul movimento umano, sia in piano, che in montagna (+ 45%, -15 %) e che, nel 1986, portò all’ altrettanto famoso *modello*

bioenergetico generalizzato di Morton [2, 3].

Se, tuttavia, il mondo sportivo apprezza ancor oggi lo studio del 1938, meno noto è che il professor Margaria, abbia letto, 28 anni dopo, all' Accademia dei Lincei, la relazione: "La locomozione umana in subgravità". Un lavoro importante anche per gli Astronauti della Missione Apollo.

2- Locomozione in sub-gravità

Scrivere il prof. Margaria: *Fa veramente stupire come l' attività forse più comune dell' uomo, una delle più importanti e più caratteristiche per ciò che riguarda la vita di relazione, la*

locomozione, e cioè la marcia e la corsa, abbia attirato così poco finora l' attenzione dei fisiologi ed aggiunge questo problema [della locomozione] riveste anche un particolare interesse per la possibilità che l' uomo, un giorno, atterri sulla luna o su un altro pianeta, che abbia una forza gravitazionale sensibilmente differente da quella della Terra [Relaz. pag. 8]

2.1 Dati di riferimento.

Il prof. Margaria riprende i grafici, già da lui elaborati nel 1938, per i consumi energetici a diverse inclinazioni del terreno (fig. 1 e 2).

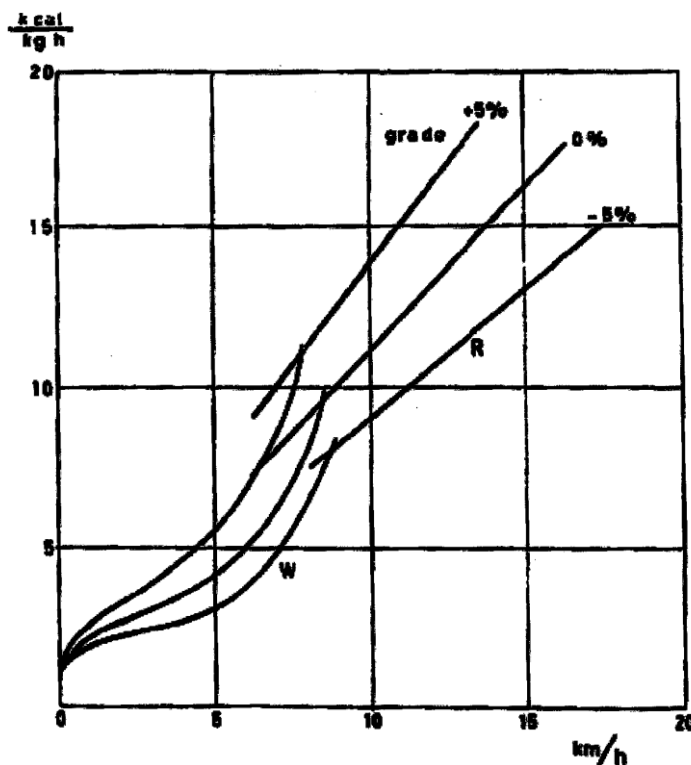


Fig. 1. Consumo energetico nella marcia (W) e nella corsa (R) in piano ed a lieve inclinazione del terreno (+5,-5%).
Il punto di incrocio delle curve indica il limite al quale la corsa diviene più redditizia della marcia (da Margaria,1938)

I grafici mostrano che, per la marcia tra 2 e 5 Km/h e per la corsa fino a circa 18 Km/h, in pianura e senza vento, il costo energetico è

indipendente dalla velocità e legato solo al peso corporeo ed alla distanza percorsa. Vale approssimativamente, per gli Atleti : $0,5 \text{ Kcal} \times \text{Kg peso} \times \text{Km}$

per la marcia e $1 \text{ Kcal} \times \text{Kg peso} \times \text{Km}$ per la corsa. [Relaz. ai Lincei, pag 6 e 7].

L'ultimo valore è di poco superiore al $0,9 \text{ Kcal} \times \text{Kg peso} \times \text{Km}$, per velocità fino a circa 2 Km/h (5m/sec), che altri evidenziano [4].

Del resto il costo energetico è influenzato del $\pm 10\%$ dal terreno, dal

peso delle scarpe, dall'altitudine, dal dispendio calorico, oltre che dal gesto e preparazione atletica.

In merito Mennea: un peso-forma di 69 Kg che, a 2250 m di quota, a Città del Messico, raggiunge i 36,51 Km/h (200 metri in 19 secondi e 72 centesimi).

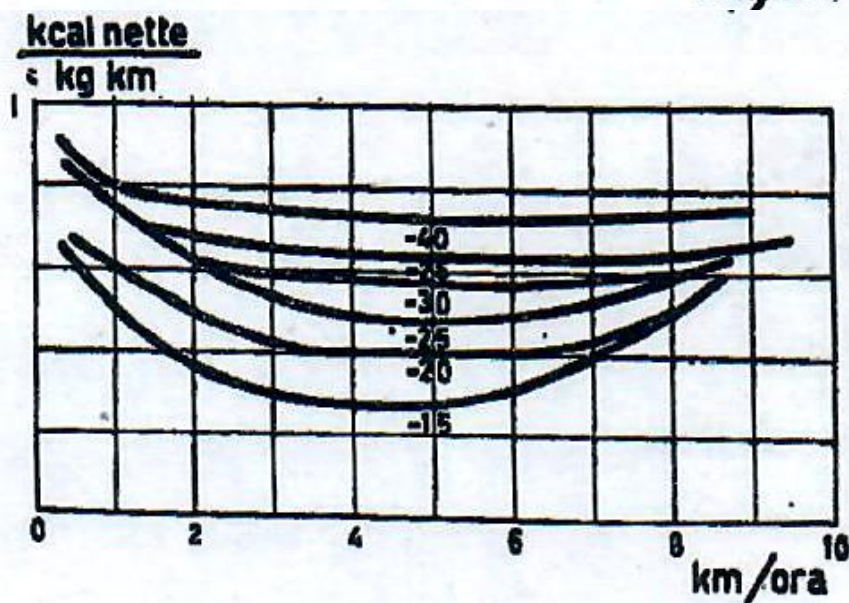
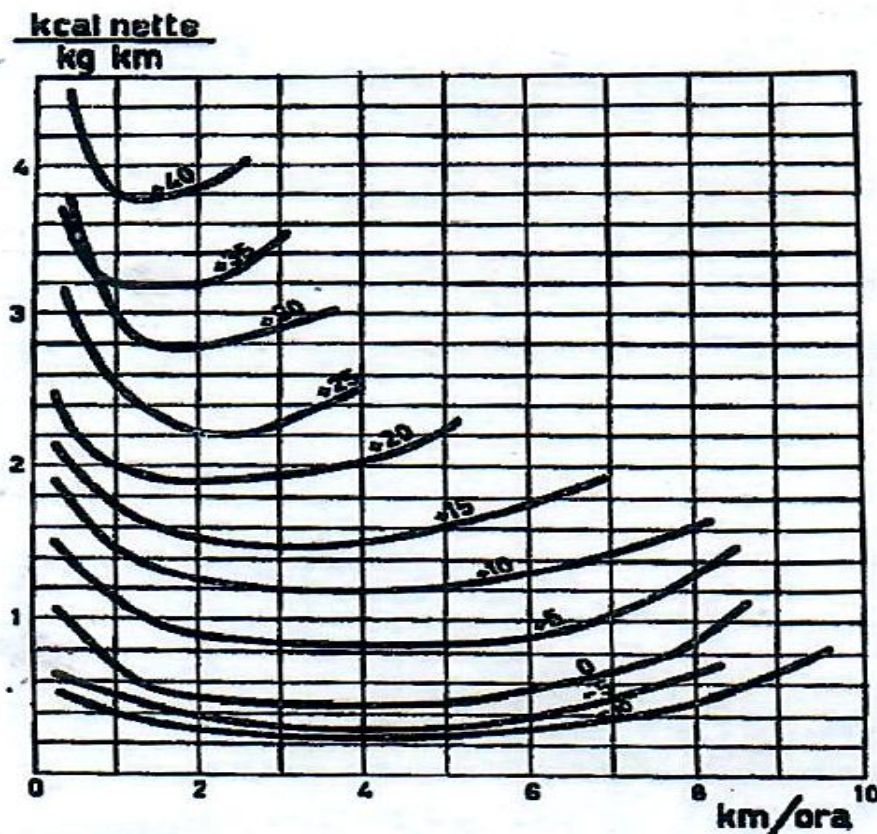


Fig. 2 . Sottraendo dalla spesa energetica totale per Kg e per h il valore di riposo (velocità = 0) e dividendo per la velocità si ottiene il costo energetico netto per Km. Questo valore è posto nell' ordinata in funzione della velocità per tutti i valori di inclinazione del terreno compresi tra + 40 e - 15 % (da Margaria, 1938)

Profetico in merito il prof. Margaria:
nei prossimi giochi...a Città del Messico.....il record di 10 secondi per percorrere 100 metri sarà probabilmente abbassato [Relazione, pag.17]

2.2 Redditività di corsa e marcia sulla Luna

Il costo energetico è legato al peso corporeo e, quando la forza di gravità controbilancia la forza centrifuga (condizione zero gravity), gli Astronauti non possano *camminare* o *correre*, ma solo *galleggiare*, come si vede dai filmati nella Stazione Spaziale Internazionale (ISS).

Diverso è per la Luna, ove la gravità si sente ed è un sesto della terrestre: un Atleta da 70 Kg , sulla Luna peserebbe 11, 62 Kg: come un bambino.

L' energia per la deambulazione, tuttavia, diviene un' incertezza, che interessa anche la disidratazione, l'ossigenazione del sangue, l' eliminazione dell' anidride carbonica e delle tossine, oltre che la rapidità di rimbalzo al piede.

Rapidità influenzata anche dal lavoro antigravità fatto dalla muscolatura degli arti per la spinta al cuore del sangue venoso.

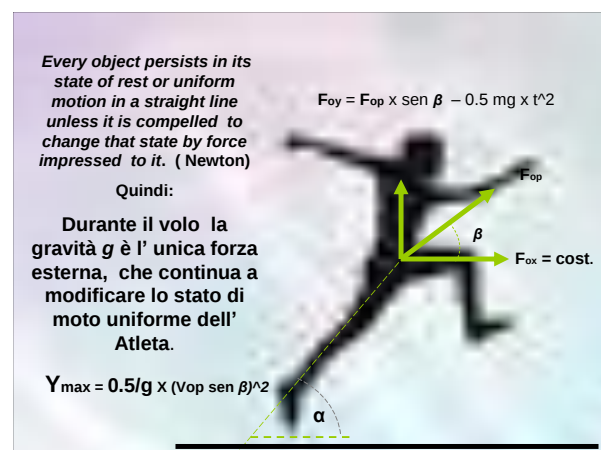


Figura A: Gravità e moto.

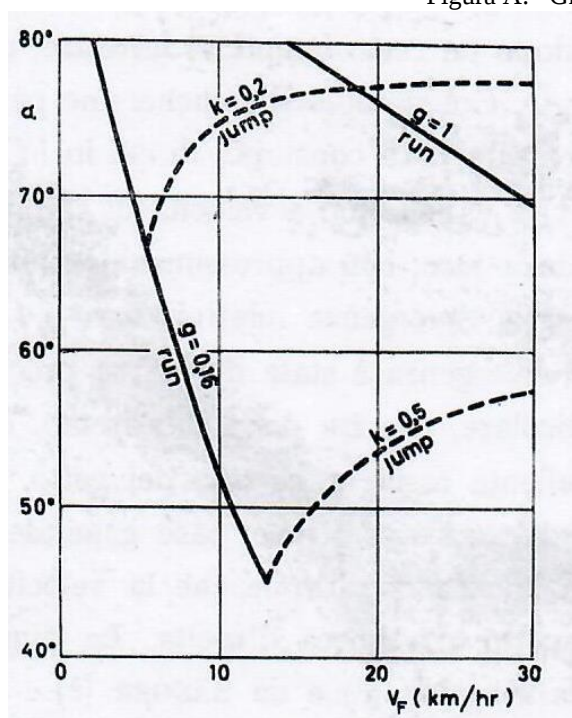


Fig. 7. -- L'angolo α formato dalla direzione della spinta del piede con l'orizzontale ad ogni passo è posto in funzione della velocità media di progressione V_F . La linea $G=1$ è costruita sulla base di dati sperimentali, la linea per $G=0,16$ (superficie lunare) è calcolata. Ad una velocità di progressione maggiore di quella indicata dall'origine delle linee tratteggiate sulla curva a sinistra, la corsa, come è definita convenzionalmente, non è più possibile, e la progressione non può avvenire che a salti (linea tratteggiata): l'angolo di spinta del piede allora aumenta con la velocità di progressione. Le due linee tratteggiate sono state calcolate a partire da due differenti valori di coefficienti di attrito del suolo lunare col piede (k), come indicato.

Per il professor Margaria, l'energia chiesta sarà certamente maggiore di quella che può essere calcolata da semplici considerazioni sulle modificazioni introdotte dalla ridotta gravità e che, comunque, almeno il 40 % dell'energia cinetica accumulata nei muscoli dell'arto, come energia elastica, prima di ricadere al suolo con il piede, andrà perduta in calore (Relaz. pag 16).

Una riduzione significativa, anche se lo scafandro a tenuta stagna, afferma il prof. Margaria, altererà sostanzialmente la meccanica della progressione, ma interesserà il fisiologo solo marginalmente. Affermazione probabilmente dovuta alla scarsa conoscenza dello scafandro o Space suit, che la NASA stava approntando [5].

In definitiva sulla Luna, per il Prof. Margaria, marcia e corsa non sono redditizie [Relaz. pag. 14, corsa 8-10 Km/h max] e, considerando lo stoccaggio e rilascio dell'energia elastica dalla muscolatura, nonché l'angolo di spinta del piede in corsa, la progressione non può avvenire che a salti [Relaz. , figura 7], con frequenza da studiare, comunque più bassa che sulla Terra.

Tra le considerazioni per l'assunto:

- nel salto il centro di gravità dell'Atleta viene sollevato per un certo tempo, mentre nella corsa il

centro di gravità del corpo non viene mai portato al di sopra del punto in cui si trova quando l'individuo è in posizione eretta (Relaz. pag. 13);

- la progressione per salti è possibile solo sulla Luna ove il rapporto potenza/resistenza aumenta di circa 6 volte; l'uomo si potrà comportare là come sulla superficie della terra si comportano i canguri e le cavallette (Relaz. pag. 14).

Per finire: nella fig. 7 del prof. Margaria le linee continue sono gli andamenti per la corsa sulla Terra ($g=1$) e sulla Luna ($g = 9,8/1,62 = 0,16$), le tratteggiate rappresentano le previsioni di progressione a salti per due coefficienti di attrito.

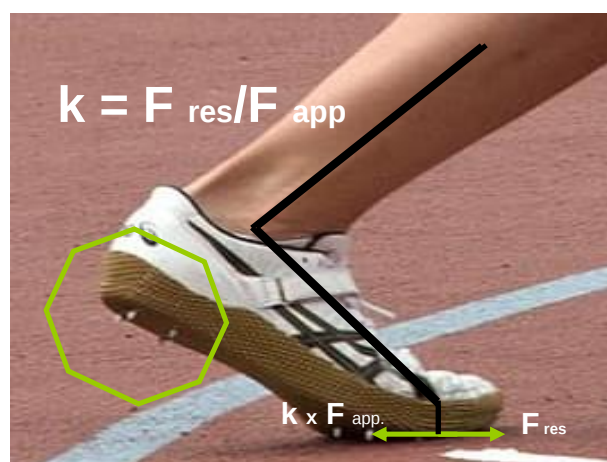


Figura B: Coefficiente di attrito K

Coefficienti che sono il rapporto tra la spinta per aiutarsi ad andare avanti e reazione del terreno in senso opposto.

Su questi il prof. Margaria esprime dubbi. Afferma infatti che, se lo spessore di polvere sul suolo lunare risultasse eccessivo, di metri, *bisognerà ricorrere ad altri metodi di progressione.... (sci, racchette, ecc)* (Relaz. pag 17).

2.3 Missioni Apollo

La fig. 7 faceva sperare che gli Astronauti, saltando, raggiungessero una velocità di circa 20 Km/h. Senza atmosfera, con una forza ai garretti sbalorditiva rispetto al peso, far divenire gli Astronauti quasi dei Mennea appariva ovvio, se la superficie non fosse stata *neve morbida*, da affrontare con sci o racchette.

Non andò così. Per operare, la NASA dovette modificare le tute spaziali e gli Astronauti usare il Rover, per raggiungere i 15 Km/h in sicurezza.

La tuta ed il sistema di sopravvivenza cambiavano la fisica del moto, costringendo gli Astronauti a rivalutare le traiettorie dopo pochi balzi, evitando salti alti. Ragioni principali:

- il sistema di sopravvivenza spostava il baricentro dell' Astronauta, impedendone la corretta postura;
- i motori all' interno del sistema di sopravvivenza imprimevano effetti giroscopici alteranti l'assetto in volo;
- la suola delle scarpe, studiata per l' isolamento termico, non trasmetteva correttamente ai centri motori le informazioni di equilibrio. Cosa ovvia per chi ha usato le calzature *moon boot* sulla neve. Era

impossibile correre od andare di buon passo.

Per concludere :

- i filmati mostrano gli Astronauti, che, per istinto, muovono le braccia con cautela e deambulano con quel caratteristico salto-dondolio, inattuabile sulla Terra.
- le poche ore utilizzate per le *passeggiate lunari* non confermano le attese del prof. Margaria sulle Kcal spese per la deambulazione.

In merito all'ultimo punto si ricorda che, sia la NASA che il prof. Margaria, vedevano l' Astronauta come un navigatore, che restasse solo per breve tempo su un corpo celeste a minor gravità, non come un abitante confinato sullo stesso, con tutte le implicazioni del caso.

3- Base Lunare

USA, Cina ed India sembrano intenzionate ad aprire una base sulla faccia nascosta del nostro satellite. Ciò superando problemi scientifici, tecnici e logistici, oltre che politici e militari. Una sfida nebulosa nelle finalità e nelle pratiche attuative. Un problema anche per i fisiologi, che devono immaginare un *Homo Sapiens*, capace di vivere, deambulare, lavorare e riprodursi ad una gravità sei volte inferiore alla terrestre, salvandosi dai raggi cosmici , dagli UV-C emessi dal Sole e dall' inquinamento [6, 7].

3.1- Locomozione e Colono lunare

Se appare possibile che i vegetali si adattino alla gravità lunare, dubbi nascono per l' Uomo, con

locomozione complessa per muscoli e centri nervosi coinvolti.

Si sono visti i dubbi del Prof Margaria sui coefficienti di attrito da utilizzare per il suolo lunare.

Per la colonizzazione il problema sarà maggiore, perché la mobilità dovrà essere assicurata sia nelle basi che sulla superficie e perché la muscolatura perderà rapidamente la potenza necessaria per la *progressione a salti*.

I salti *a canguro od a cavalletta* saranno impossibili ed anche la caratteristica deambulazione, vista nei filmati per gli Astronauti dell' Apollo, diverrà precaria, negli ambienti chiusi.

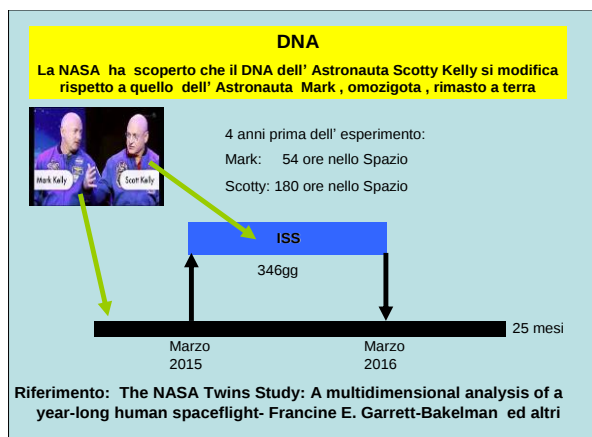


Figura C : Esperimento con gemelli

Per quanto riguarda il DNA, lo studio sui fratelli Kelly [8] ha dimostrato che la maggioranza delle variabili biologiche e di salute rimangono stabili o tornano regolari, dopo 340 giorni di spazio. Ciò suggerisce che la salute umana può essere mantenuta per questa durata del volo; quanto basta per andare e tornare da Marte, non certo per più anni. I russi, poi, hanno trovato cambiamenti nella composizione proteica del plasma dei loro Cosmonauti, con ripercussioni da approfondire sull' endotelio, per viaggi

L' abbigliamento nelle basi e le tute per le attività all' esterno dovranno essere ottimizzate per genere, senza problemi alle articolazioni, e gli ambienti studiati per la vita lavorativa e sociale di gruppo. Una falla nel sistema abitativo o di locomozione sarebbe catastrofica.

La NASA, poi, ha scoperto che l' ambiente spaziale modifica il DNA e che gli Astronauti a *zero gravity* perdono densità ossea con un tasso dell' 1%-2% al mese (internet).

Tale perdita, sulla Terra, inizia verso i 45-50 anni ed è dello 0,3-1% all'anno, arrivando al 5% per donne dopo la menopausa.

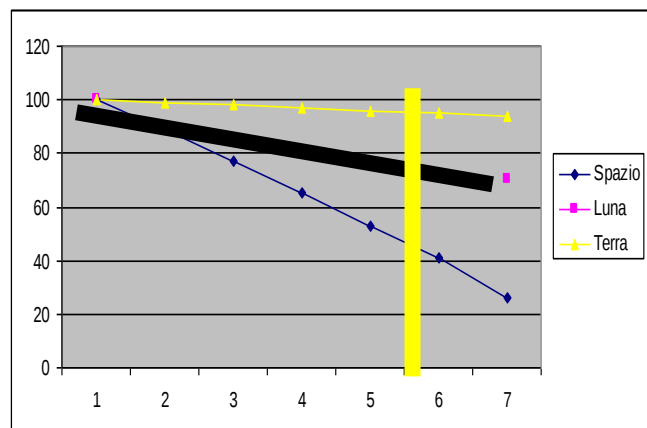


Figura D : Perdita percentuale di densità ossea

molto lunghi [9]. Tra l' altro i Coloni dovranno modificare i sistemi sanguigni e linfatici. Il primo regolato dalla pompa cardiaca, il secondo da meccanismi più complessi. La linfa, infatti, viene spinta in tutto il corpo sia per osmosi, sia dalle contrazioni delle pareti dei vasi linfatici e dei sistemi cardiaci contigui.

Ci si domanda, quindi, quanto resteranno operative le persone sulla Luna, se non verranno risolti i problemi che si affacciano per la densità ossea, il tono muscolare, la riproduzione, l'

adattamento morfologico della prole e, forse, lo scambio biotermico con l'ambiente.

3.2 Adattamento psicologico

Fisiologi e Dietisti sanno quanto l'ambiente fisico-sociale e lo stress modifichino i comportamenti e gli schemi dietologici degli individui, incidendo anche sulla morfologia e rendimento operativo. I Coloni, quindi, modificheranno la propria psiche e la propria dieta più di quanto accadde per i nostri aviatori durante la prima guerra mondiale [10] o per i sommergibilisti, oggi, che passano periodi estremamente lunghi senza risalire in superficie [11, 12].

In definitiva l' *Homo lunaris* dovrà adattarsi all' ambiente fisico/sociale e competere/adattarsi con gli altri fattori biotici [13] che saranno introdotti sul nostro satellite. In pratica se la seconda generazione diverrà l'*Homo lunaris*, per noi terrestri sarà un alieno.

Questo avverrà con un processo lungo e denso di insidie. Tra l' altro non possibile se non supportato da una buona robotica, da una forte

disponibilità energetica e, per quel che ci concerne, da una buona conoscenza dei dati dietetici e di stili di vita degli Atleti olimpionici [14]: unico termine di paragone tra lavoro agonistico e lavoro in ambiente ostile.

3.3- Body Mass Index (BMI)

Nella fig. 7 del prof. Margaria la linea continua per la corsa sulla Terra ($g=1$) e la tratteggiata per la progressione a salti ($k=0,2$) s' incontrano per 19 Km/h (5.2 m/sec). Velocità raggiungibile anche per $k=0,5$ e angolo di spinta $< 55^\circ$.

Studi quali il *BMI, a Performance Parameter for Speed Improvement* del 2015 [15], assegnano tale velocità ai maratoneti con un BMI di circa 20 Kg p/ m². Un indice ottimale per chi è in buona salute e dovrà esserlo anche per chi indosserà la tuta per lavorare in superficie o resterà confinato in qualche caverna. Certo l' altezza degli astronauti americani (170-190 cm) è la meno adatta per la deambulazione e dovrà essere fatta una scelta nella selezione o questa avverrà naturalmente.

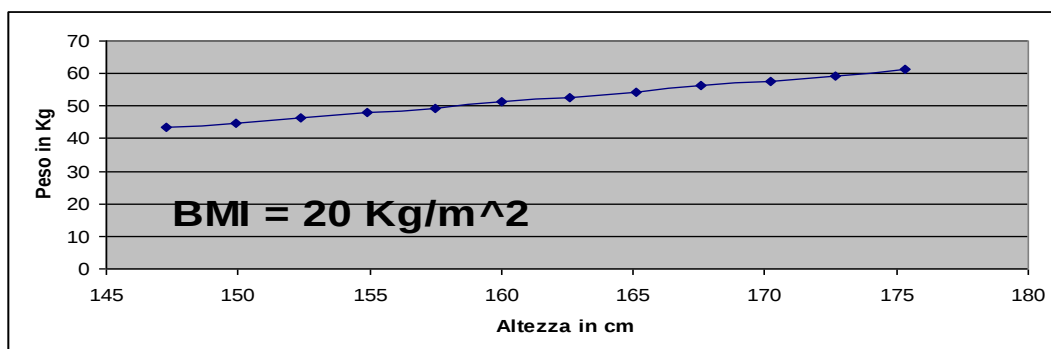


Fig. E: Rapporto peso/altezza a BMI costante.

3.4- Dieta ed Habitat nutrizionale

E' ad oggi prematuro conoscere la dieta del "Colono tipo", sappiamo solo che

questa sarà l'esperienza congiunta di quanto avviene oggi a Terra e sulla Stazione Spaziale e che cambierà al modificarsi delle caratteristiche morfologiche, muscolo-scheletriche e cardiovascolari degli individui sulla Luna.

Alla fine vi sarà differenziazione tra cibi per terrestri, astronauti che devono ritornare sulla Terra, e Coloni.

Un handicap per i Coloni: dovranno cibarsi solo dei prodotti creati in loco e questi non potranno che essere agro-alimentari. Gli animali terrestri e le lavorazioni delle loro carni, infatti, vanno esclusi per costi e salvaguardia medica.

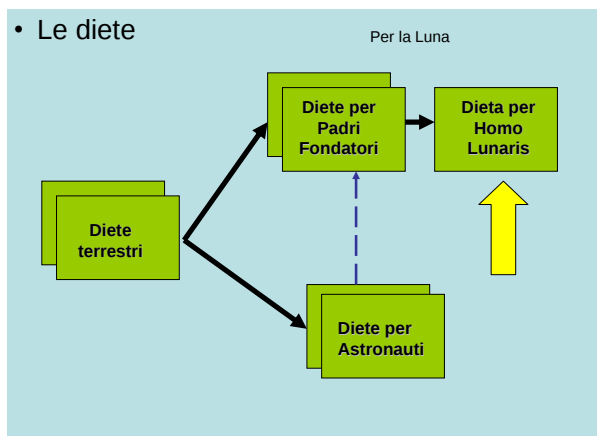


Fig F: l'evoluzione delle diete

In tale ottica, mentre il terrestre si alimenta in modo differenziato a seconda delle stagioni, della regione in cui abita, del lavoro che svolge e della deambulazione che attua, il Colono dovrà adattarsi ad un habitat nutrizionale [16] agro-alimentare sostenuto da un'industria farmacia in grado di sopperire a tutte le carenze proteiche (es. lisina) che l'assenza del mondo animale comporta. Sarà l'industria locale a produrre:

- lieviti, che, fermentando prodotti vegetali, generino quelle vitamine del gruppo B, carenti nell'alimentazione vegana e fonte di patologie quali obesità, insulino-resistenza, ipertensione, diabete, oltre che, secondo alcuni, di eventi cardiovascolari catastrofici.
- colonie batteriche che favoriscano i processi enzimatici per la nutrizione e il mantenimento della buona salute dei coloni. Tra questi i probiotici in grado di garantire reazioni anticancro all'interno delle cellule (alcuni cibi nostrani già usano i probiotici al posto dei nitrati e nitriti).

Le diete, poi, dovranno considerare lo MBI ottimale, agonistico, ed il fatto che più saranno abbondanti e più sarà facilitata l'assunzione di sali e vitamine.

La loro progettazione sarà complessa non solo perché dovrà tener conto del fabbisogno calorico nelle diverse tipologie di lavoro, delle necessarie adduzioni per prevenire l'insorgere di malattie, ma anche perché, per la filiera alimentare, dovranno essere prese misure di Safety, Security e logistiche, sia a Terra che sulla Luna, tutte critiche per la sopravvivenza della colonia

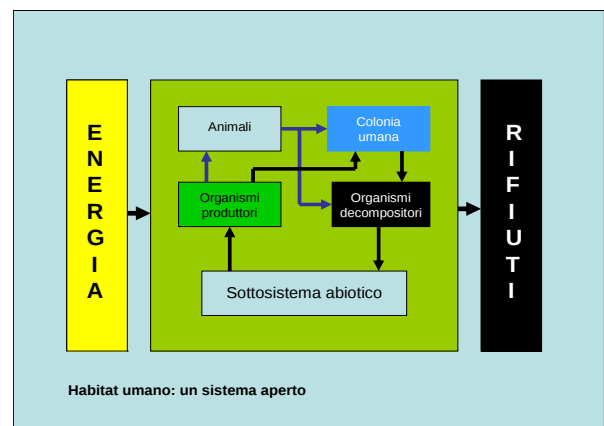


Fig. G: Habitat umano

In conclusione, ad oggi, l' Habitat alimentare per la Luna, pollution-free, valido per cinesi, indiani ed occidentali, va studiato sapendo che:

- già Leonardo da Vinci notava come le piante soffrano a bassa gravità. Cosa logica visto che si nutrono solo attraverso il sistema linfatico e questo è gravimetrico.
- gli USA involontariamente, hanno dimostrato, con parti del Surveyor 3, recuperate da Alan Bean (Missione Apollo 12), come lo streptococcus mitis, responsabile dell' endocardite infettiva , resista all' anno lunare
- la Cina nel 2019, probabilmente, è riuscita a far germogliare qualcosa sulla Luna, utilizzando il Rover Chang'e-4 .
- l' esperienza " Apollo" è purtroppo datata e quella con la Stazione Spaziale insufficiente per comprendere come i fattori biotici potranno cooperare/competere per garantire la Vita sulla Luna, in ambiente confinato ed ad alto rischio.

3.5 - Cibo : stato dell' arte

Nel 1961 fu Gagarin, sul Vostok 1, il primo a seguire una dieta spaziale. Mangiò carne di manzo e pasta di fegato spremuta da un tubo, seguì una salsa di cioccolato.

Il secondo fu Glenn, nel 1962 sul Friendship 7. Mangiò, sempre da tubetti, salsa di mele, purea di manzo e verdure. Fu il primo a bere, sciolto in acqua, l' *amico del runner* : lo zucchero xilosio.

Oggi la dieta dell' Astronauta è variegata, con cibi disidratati e

congelati. Per la Cina non si hanno informazioni attendibili, mentre la Federazione Russa, per i voli verso Marte o la Luna, non ovviamente per le colonie, intende usare quanto già prepara per la ISS. Cibi nutrienti, con vitamine ed oligoelementi, odore e gusto accattivante. Cibi conservabili per anni. Gli astronauti rinunceranno solo ai piatti consegnati in lattina da Terra, con i Moduli logistici (azu, manzo con verdure, frittata con fegato di pollo, ecc)

4- Il ruolo dell' Italia.

La domanda che alla fine ci poniamo è: può il nostro Sistema Paese partecipare alla *Corsa alla Luna*, tralasciando chi, dei tre contendenti , Usa, Federazione Russa o Cina, sarà il vincitore?

A nostro avviso può farlo progettando diete e cibi per Coloni lunari. Competenze importanti ne abbiamo , abbiamo regioni che sono eccellenze ammirate, non si vedono elementi ostativa all' impresa.

Certo bisognerà tener conto che la medicina e la pratica medica spaziale è segreto militare per molti Paesi, ma uno studio multidisciplinare, suddiviso in fasi, per ridurre il rischio d' impresa, può ugualmente determinare, con buona approssimazione, i fattori biotici necessari per la deambulazione e la vita lavorativa-sociale dei futuri coloni lunari; questo depurandoli dalle precarietà climatiche, socio-economiche, di business e globalizzazione che ci affliggono.

Sembra che solo i cinesi, al momento, vadano in questo senso: il cibo per gli Astronauti e per gli Atleti olimpionici vengono preparati ad hoc ed il latte da

lioofilizzare, ad esempio, viene prodotto da animali segregati, senza contatti con il mondo esterno. Certo anche i Coloni cinesi dovranno abbandonare il latte, i prodotti caseari e le carni, oggi usate per Atleti ed Astronauti e concentrarsi sugli agro-alimentari ed i prodotti di sintesi. Non si vedono, almeno al momento, altre strade.

5- Conclusioni

Il prof. Margaria si conferma un precursore non solo per l' Atletica, ma anche per lo Spazio. Fu tra i primi, insieme a Padre Gemelli, che legò la fisiologia allo stato nutrizionale, ergonomico e psicologico dell' Aviatore.

Discipline importanti per la medicina militare , per uomini tenuti a vivere

sotto stress in ambienti innaturali quali i teatri di guerra, i sottomarini nucleari oggi, le base lunari, domani. Con maggior problemi ovviamente, creati dalla ridotta gravità e dalle insidie di un corpo celeste ostico alla Vita .

Il lettore si domanderà se la Sapienza italiana in fisiologia e nutrizione agonistica avrà un seguito nella *Corsa alla Luna*. Difficile dirlo. Come in altri campi, la preparazione e la curiosità scientifica italiana è alta, ma, come al solito, bisognerà fare i conti con il supporto strategico e finanziario dello Stato.

Fin' ora solo il CNR è riuscito in un' impresa memorabile : creare una base antartica tutta italiana. Oggi , se la sorte ci arride, possiamo sperare solo in una collaborazione con gli USA o la Cina

Note

- 1- **Rodolfo Margaria**, tra l' altro membro del Research Committee on Standardisation of Physical Fitness Tests (ICSPT) e della International Academy of Aviation and Space Medicine, fu direttore del Centro studi e ricerche di medicina aeronautica presso il Ministero dell' Aeronautica a Guidonia dal 1938 al 1943 [Vittorio Capraro Rendiconti Accademia dei Lincei. Commemorazione del 10 dicembre 1983, serie 8 vol 75] . A Guidonia nacquero i primi studi ergonomici. Nell' articolo sono citati i lavori:
 - *Sulla fisiologia e specialmente sul consumo energetico della marcia e della corsa a varie velocità ed inclinazioni del terreno*” Tip. G. Bardi, 1938. [ITICCU\CUB\0401017] e Acc. Rend. Naz. Lincei, sez.VI,7, 1938
 - *La locomozione umana in sub-gravità* Accademia dei Lincei, 1966Sono dello stesso autore: *Le condizioni di subgravità e la sottrazione dall' effetto delle accelerazioni* , Riv. Med. Aern. 16, 469 , 1953; *The problems of human survival in outer space*, Panminerva Med. 1961; *Walking, running and jumping on the moon* New Scientist, july 22, 226, 1965; *La meccanica della locomozione sulla superficie lunare*, Securitas 9,5,1965; *Human locomotion on the Earth and in subgravity* 1966 ; *On the possibility existence of intelligent living beings in other planets* Intern. Aer. Congress, NY, 1963; *Energy cost of walking and running at different speeds and inclines of the round* (Med. Educ.Phys. Sports, numéro spécial, 1963; *Energy Cost of human locomotion on the moon* (Proc. Int. Un. Physiol. Sci, New Delhi, 1974; *La circolazione, il sangue e la respirazione nell'uomo in volo* (1942); *Fisiologia del tessuto muscolare; il lavoro muscolare; respirazione* (1942),
Con **G.A. Cavagna**, scrisse *Human Locomotion in Subgravity*. Aerosp. Med., vol. 35, Dec. 1964, pp. 1140-1146,
- 2- **R. Hugh Morton** : *A three component model of human bioenergetics*, 1986, Journal Of Mathematical Biology
- 3- **Paolo Evangelista** : *Il modello di Margaria Morton*, 2 e 3, 2019. pt-pt facebook
- 4- Lo stesso Margaria, secondo *Il costo energetico di marcia e corsa*, di Scuola Nazionale Personal Trainer, Training Pedia, 2014 (Internet), ridusse il fabbisogno energetico per la corsa a **0,9 Kcal x Kgp**

x Km. Per approfondire: **Enrico Cravazzola** *Nutrizione e intergrazione per i fighters: linee guida*, 2016 Internet; *Il test di Margaria e Kalamen*, My Personal Trainer, 2020, internet; *Evaluation of Margaria staircase test: The effect of body size*, www.researchgate.net; *moto del corpo umano*, INFN, www2.pd.infn.it

- 5- L'esperienza di Margaria era quella di Guidonia con la contessa Carina Negrone e Mario Pezzi. Lo scafandro di Pezzi per il primato del 1937 (altitudine 15.000 m) , simile ad una tuta spaziale, aveva strati di tela e gomma ed un collare metallico per sostenere il casco con oblò. Lo scafandro nacque da una collaborazione dell' ing. Rodolfo Verduzio con i fisiologi Giuseppe Lomonaco e Margaria.
- 6- E' atteso che la bassa gravità alteri la fluidodinamica del sistema sanguigno e linfatico, modificando, tra l' altro, sensibilità visiva , gustativa ed olfattiva, oltre che la biotermica. Ciò, per l' appetibilità dei cibi, sarà un problema, considerando che già la monotonia della vita in isolamento porta a disturbi alimentari e, a volte, a repulsioni e danni. Vedere: **Gian Luigi Luxardi, Roberto Ostuzzi**: *Cosa sono i disturbi del comportamento alimentare*; **Federica Imelio**: *Cosa possono fare allenatori e istruttori di sport*. Da *Anoressia, bulimia & co. Fuori dal tunnel* Associazione Disturbi Alimentari e Obesità ADAO Friuli ONLUS. Ricordiamo, poi, che il ritardo nella comunicazione con i familiari sulla Terra (circa 20 minuti) ed il fatto che la Terra non sia visibile, influenzerà il benessere generale del Colono, portandolo, forse, ad alterare i rapporti interpersonali (sconnessione interiore). In definitiva la scarsa conoscenza dell' ambiente e della reazione dell' Uomo allo stesso rendendo difficile una *Preliminary Environmental Health & Job Hazard Analysis*. Unico pericolo (Hazard) certo è che la chimica utilizzata per rendere attraenti colori, odori e sapori dei cibi, in ambiente lunare sarà nociva.
- 7- Oggi sulla Luna vi sono più di 187 tonnellate di rifiuti (Dato internet) e la presenza umana porterà rifiuti organici, con spiacevoli sorprese.
- 8- **Francine E. Garrett-Bakelman ed altri** : The NASA Twins Study: A multidimensional analysis of a year-long human spaceflight
- 9- **D. N. Kashirina, L. Kh. Pastushkova , E. J. Percy, K. H. Borchers ², A. G. Brzhozovsky , I. M. Larina**: *Cambiamenti nella composizione proteica del plasmategli astronauti dopo il volo spaziale ed il suo significato per le funzioni dell' endotelio* [Изменение белкового состава плазмы космонавтов после космического полета и его значение для функций эндотелия] Human Physiology, 2019, T.45, No. 1 pagg. 88-96 . FSBSI Institute of Biomedical Problems RAS Mosca
- 10- Il Regio Esercito affidò a Padre Augustino Gemelli un Gabinetto per le ricerche psico-fisiologiche sull' aviazione e per le visite di controllo dei piloti. Lavorò a Guidonia sotto la direzione del prof. Margaria. Vedere : **Vincenzo Orienti** : *Il fondatore della Cattolica, Gemelli medico dell'aria* (internet).
- 11- Oggi l'esperienza sui gruppi umani confinati ed ad alto rischio esiste, specie in ambiente militare. Vedere: **Surgeon Commander R J W Lambert** *Environmental Problems in Nuclear Submarines* 1971 Institute of Medicine, Alverstone PO12 2DL; Мы вспоминаем, как выглядит обычное меню тех, кому до ресторана даже при большом желании не дойти — тружеников межзвездного пространства, арктических льдов и подводных лодок [*Ricordiamo come appare il solito menu per coloro che non possono arrivare al ristorante nemmeno con un forte desiderio: lavoratori dello spazio interstellare, ghiaccio artico e sottomarini*] 14 ago 2014 www.sobaka.ru
- 12- <https://www.stateofmind.it/2020/03/ansia-alimentazione-legame/>
- 13- **Fattori biotici**. L' insieme delle influenze ed interazioni tra organismi viventi, sia all' interno di una specie che tra specie diverse, in un Habitat. (ciclo vitale, riproduzione, migrazione, catena alimentare, competizione, ecc
- 14- Raccogliere dati relativi alle diete, agli stili alimentari e di vita dei campioni olimpici è più importante di quanto si creda. Tuttavia alcuni velocisti considerano *segreto professionale*, come modellano il proprio corpo alla disciplina che perseguono; altri alterano le statistiche (vedere: *Droga e Doping* . Presidenza del Consiglio dei Ministri www.iss.it › documents › *Droga_e_Doping.pdf*.) Anche i dati sugli Astronauti della ISS sono dubbi. Non tutti i muscoli sono impegnati influenzando la capacità arobica e la forza muscolare, dunque su quanto occorre conoscere sui sistemi alimentari per ambienti confinati ed ad alto rischio. Per approfondire;; Космическое питание будущего—выращивание еды в космосе [Nutrizione spaziale del futuro: coltivare cibo nello spazio] <http://еда-космонавтов.рф/car,t>
- 15- BMI, a Performance Parameter for Speed Improvement PMID: PMC3934974 PMID: 24587266 (www.ncbi.nlm.nih.gov; 25/02/2015)
- 16- **Habitat**: Ambiente che circonda una persona e che, per una combinazione di fattori (fisici, biologici, chimici e sociali), influenza la sua vita, salute, capacità lavorativa e prole. Per nutrizionale intendiamo

una porzione di questo; un sistema aperto , alimentato da energia esterna, composto da materiale animato ed inanimato ed atto a mantenere il ciclo alimentare di una o più persone.

Lucio Bertoncelli: nato a Bologna nel 1946, dietista clinico dal 1971, ha lavorato in tre Presidi Ospedalieri pubblici: Treviso, Carpi e Bologna (Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Clinico e Scientifico (IRCCS)-Rizzoli, nonché in due cliniche accreditate: *Poliambulanza* di Brescia e *San Clemente* di Mantova. Dal 1979 svolge anche attività libero-professionale nelle sedi di Mantova, Carpi e Bologna. E' stato giocatore ed allenatore di basket fino al 1990. Durante la sua attività dietologica ha seguito gruppi di nuotatori, ciclisti e soprattutto maratonetisti per attività nazionali ed internazionali.