



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



SMARTBEAR

DALL'OSSERVAZIONE ALLA PREVENZIONE:
L'INDICATORE DELL'INTRINSIC CAPACITY

Prof. Paolo Ceravolo

Università degli Studi di Milano



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 857172 (SMARTBEAR).



Invecchiamento sano: un approccio basato sulle capacità

- ✓ Nel 2015, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha pubblicato il **World Report on Ageing and Health**
- ✓ Questo rapporto ha introdotto una nuova concettualizzazione dell'invecchiamento sano basata su evidenze gerontologiche e geriatriche
- ✓ Ha posto le basi per la Strategia Globale sull'Invecchiamento e la Salute (2016) e per il Decennio delle Nazioni Unite per l'Invecchiamento Sano (2021-2030)
- ✓ L'approccio dell'OMS si concentra sulle **capacità funzionali** e non solo sulla presenza o assenza di malattie



World Health
Organization

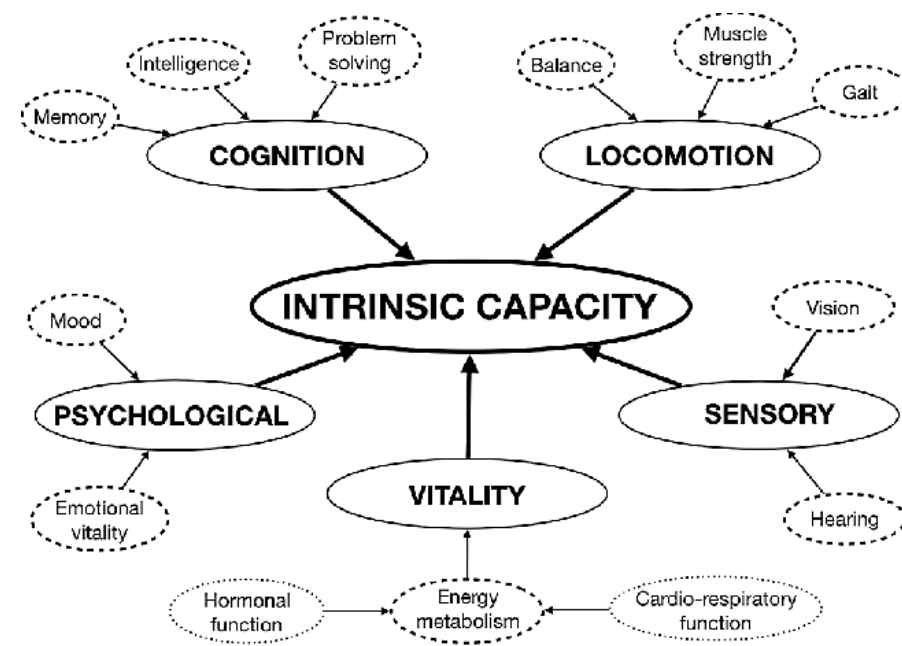


*WHO Clinical Consortium on Healthy Ageing: Topic focus -
frailty and intrinsic capacity*
Report of consortium meeting, 1–2 December 2016 in Geneva,
Switzerland
<https://www.who.int/publications/i/item/WHO-FWC-ALC-17.2>



I concetti chiave: capacità intrinseca e abilità funzionale

- ✓ Capacità intrinseca: insieme delle risorse e funzionalità individuali che contribuiscono all'invecchiamento sano
- ✓ Abilità funzionale: combinazione tra la capacità intrinseca, l'ambiente fisico e sociale, e l'interazione tra l'individuo e il suo ambiente
- ✓ **Perché sono importanti?**
 - ✓ Permettono di valutare l'invecchiamento dal punto di vista della funzionalità e non solo delle patologie
 - ✓ Soggetti con la stessa malattia possono avere diverse conseguenze funzionali
 - ✓ Anche chi non ha una malattia diagnosticata può subire un declino funzionale
 - ✓ I cambiamenti biologici legati all'età possono influenzare molteplici vie patologiche contemporaneamente

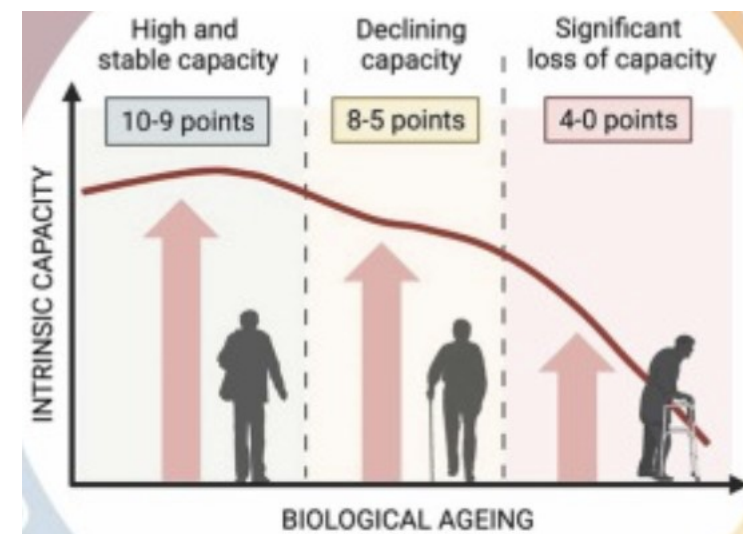


Cesari, M., Araujo de Carvalho, I., Amuthavalli Thiyagarajan, J., Cooper, C., Martin, F.C., Reginster, J., Vellas, B., & Beard, J.R. (2018). **Evidence for the Domains Supporting the Construct of Intrinsic Capacity.** *The Journals of Gerontology: Series A*, 73, 1653–1660.



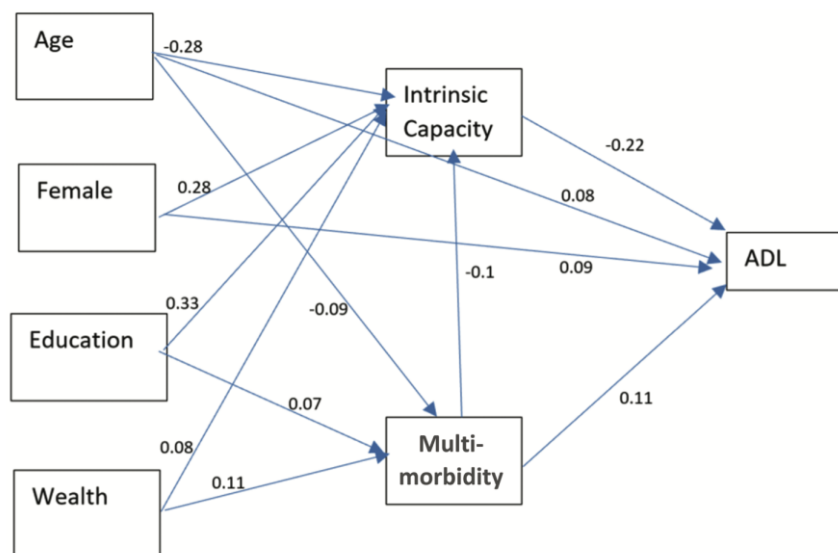
Sfide e prospettive: l'uso del concetto di capacità intrinseca

- ✓ Sempre più adottato da clinici e ricercatori come parametro di valutazione della salute
- ✓ Utilizzato nei più grandi programmi di ricerca e intervento clinico
- ✓ **Le sfide aperte**
 - ✓ L'OMS non ha fornito una guida chiara su come misurare empiricamente la capacità intrinseca
 - ✓ Manca una validazione del valore prognostico del concetto
 - ✓ È importante capire come possa essere utilizzato nella pratica clinica e nel disegno di politiche di prevenzione e di invecchiamento attivo

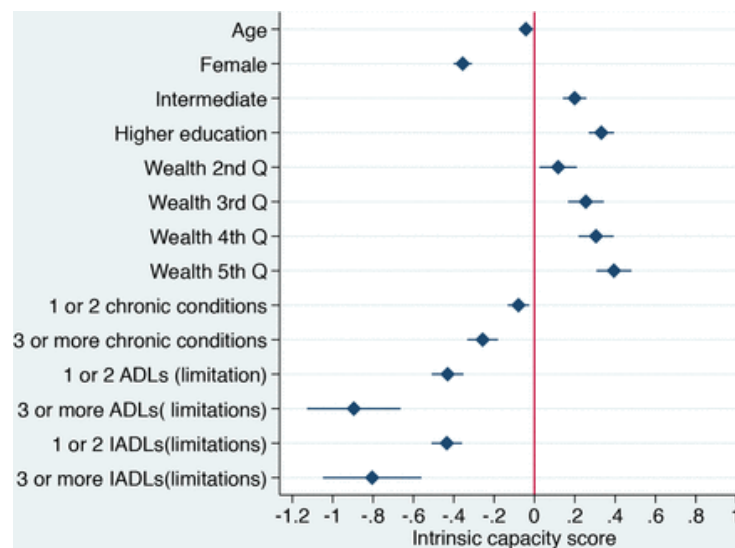


WHO Clinical Consortium on Healthy Ageing: Topic focus - frailty and intrinsic capacity
Report of consortium meeting, 1-2 December 2016 in Geneva, Switzerland
<https://www.who.int/publications/i/item/WHO-FWC-ALC-17.2>

Sfide e prospettive: come misurare la capacità intrinseca



Beard, J. R., Si, Y., Liu, Z., Chenoweth, L., & Hanewald, K. (2022). **Intrinsic capacity: validation of a new WHO concept for healthy aging in a longitudinal Chinese study.** *The Journals of Gerontology: Series A*, 77(1), 94-100.



Beard JR, Jotheeswaran AT, Cesari M, et al. **The structure and predictive value of intrinsic capacity in a longitudinal study of ageing** *BMJ Open* 2019;9:e026119. doi: 10.1136/bmjopen-2018-026119

Table 3 Characteristics of participants according to intrinsic capacity categories

	Low IC (n = 115)	High IC (n = 204)
<i>Personal characteristics</i>		
Age, years	87.2 (5.5)	84.5 (4.1)
Sex, female	86 (74.8%)	128 (62.7%)
Education, years	4.9 (1.2)	5.3 (2.0)
Living alone	21 (18.3%)	79 (38.7%)
Alcohol abuse	11 (9.6%)	28 (13.7%)
Active smoking	1 (0.9%)	7 (3.4%)
Physically active	27 (23.5%)	175 (85.8%)
ADL score	2.6 (2.7)	0.12 (0.62)
IADL score	4.9 (2.1)	1.5 (1.6)
ADL disability at enrollment	48 (41.7%)	192 (94.1%)
Recent fall(s)	26 (22.6%)	17 (8.3%)

Cacciatore, S., Marzetti, E., Calvani, R., Picca, A., Salini, S., Russo, A., ... & Landi, F. (2024). **Intrinsic capacity and recent falls in adults 80 years and older living in the community: results from the iSIRENTE Study.** *Aging clinical and experimental research*, 36(1), 169.



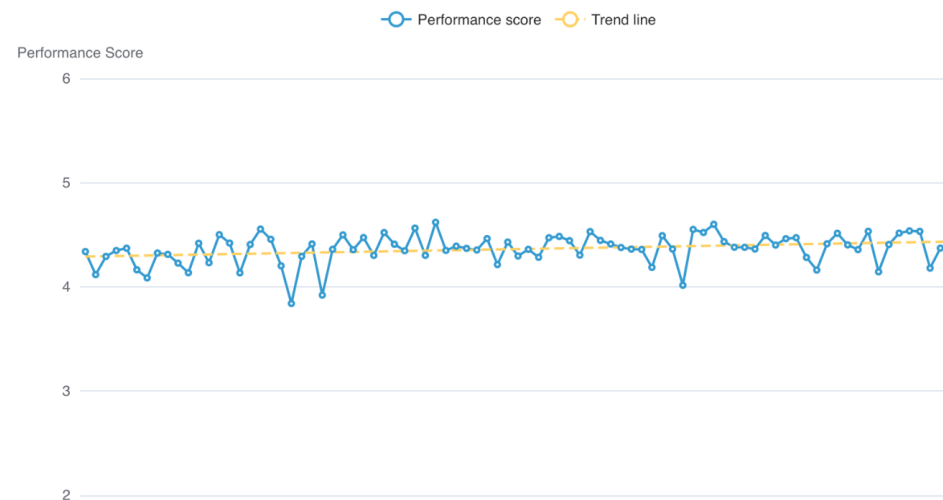
La visione del progetto SMART BEAR

- ✓ Utilizzare tutte le informazioni fornite dalla piattaforma SB per calcolare l'indice di capacità intrinseca dei pazienti
- ✓ In questo modo è possibile ottenere una rappresentazione delle traiettorie seguite da un paziente

Attività svolte

- ✓ Mappare i dati raccolti da SB nell'indice di IC del OMS
- ✓ Verificare la copertura ottenuta
- ✓ Definire metriche per il calcolo dell'indice con parametri continui e favorendo la personalizzazione
- ✓ Definire metriche per analizzare le traiettorie
- ✓ Creare strumenti di presentazione e di reportistica
- ❑ Validare il valore clinico o programmatico dell'IC

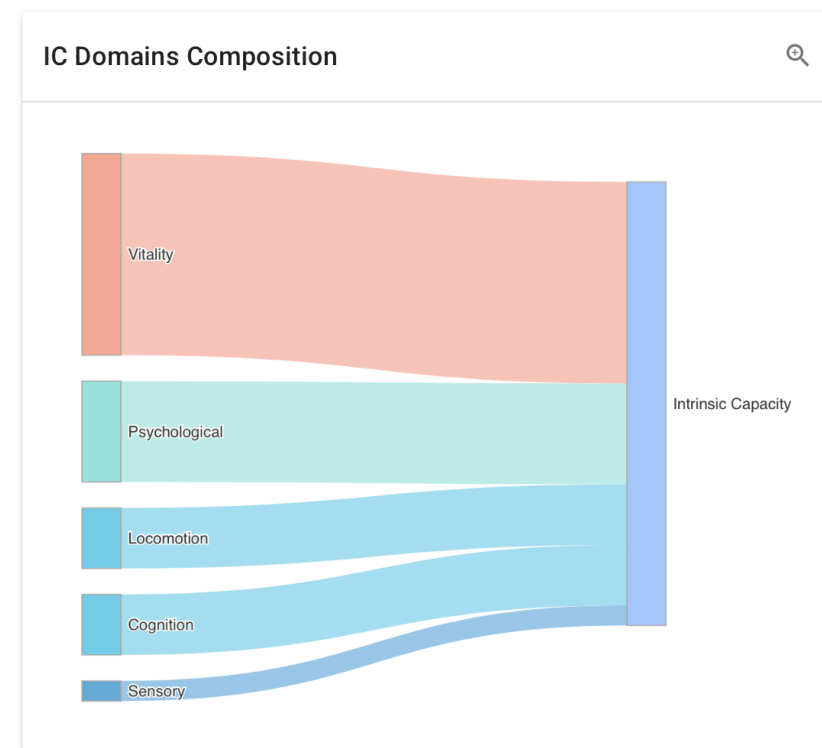
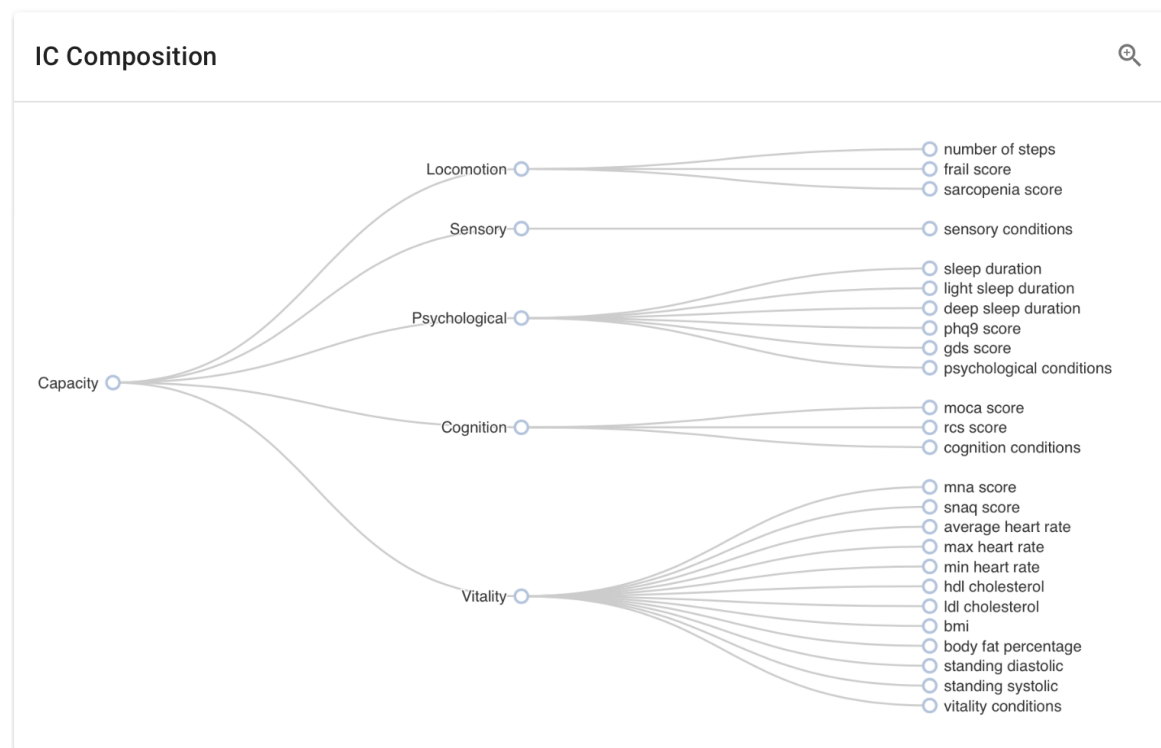
Intrinsic Capacity





Mappare i dati raccolti da SB nell'indice di IC

- ✓ Nonostante l'OMS stia promuovendo l'IC, sono stati fatti pochi lavori su come mappare i dati dei sensori di strumenti wearable sulle dimensioni dell'IC
- ✓ SB è in grado di mappare i 5 domini dell'IC: Vitalità, Locomozione, Psicologia, Cognizione, Sensorialità





Definire un sistema di metriche per calcolare l'IC e le traiettorie


- ✓ Per calcolare l'IC, sono stati stabiliti dei valori di rischio **assoluti e personali** per ogni parametro monitorato da questi deriva il contributo che il parametro porta all'indice di IC
- ✓ Per capire la qualità del dato raccolto sono calcolati l'indice di **copertura** e l'indice di **imputazione**

Complex & Intelligent Systems (2022) 8:3953–3971
<https://doi.org/10.1007/s40747-022-00775-w>

ORIGINAL ARTICLE



A methodology to engineering continuous monitoring of intrinsic capacity for elderly people

Valerio Bellandi¹ · Paolo Ceravolo¹ · Ernesto Damiani¹ · Samira Maghool¹  · Matteo Cesari² · Ioannis Basdekis³ · Eleftheria Iliadou⁴ · Mircea Dan Marzan⁵

Received: 13 July 2021 / Accepted: 6 May 2022 / Published online: 1 June 2022
© The Author(s) 2022

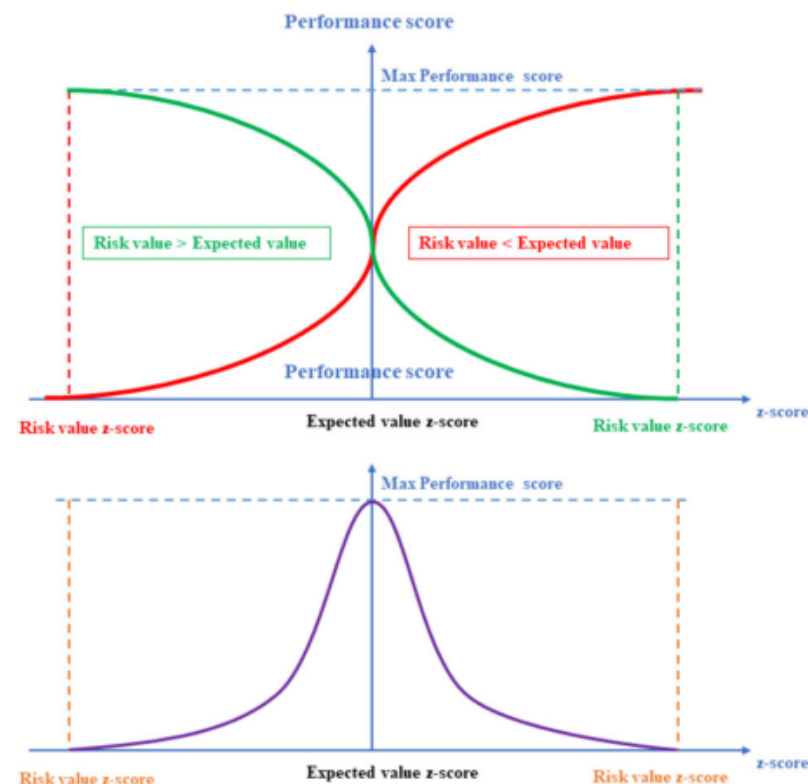
Abstract

Continuous monitoring of the well-being state of elderly people is about to become an urgent need in the early future due to population aging. Aiming a unified notion of well-being, we find the *Intrinsic Capacity* concept in accordance with the *SMARTBEAR* project goals. In this study, we mainly focus on the enabling infrastructure, mapping our models to interoperable repositories and to streaming/computing components that can foster monitoring. Our method is also innovative for explicitly combining personalized and risk levels in generating the Intrinsic Capacity score. Leveraging on synthetic data, we represent the outcome trajectories of some sample patients for 1-year continuous monitoring and discuss approaches to characterize them based on the exhibited tendency and evaluate the results from the predictability point of view providing by the *entropy* of time series concept. At the end, we discuss the possible data quality issues in health care studies using synthetic data.



Definire un sistema di metriche per calcolare l'IC e le traiettorie

- ✓ Per calcolare l'IC, sono stati stabiliti dei valori di rischio **assoluti** e **individuali** per ogni parametro monitorato, da questi deriva il contributo che il parametro porta all'indice di IC
- ✓ Per capire la qualità del dato raccolto sono calcolati l'indice di **copertura** e l'indice di **imputazione**

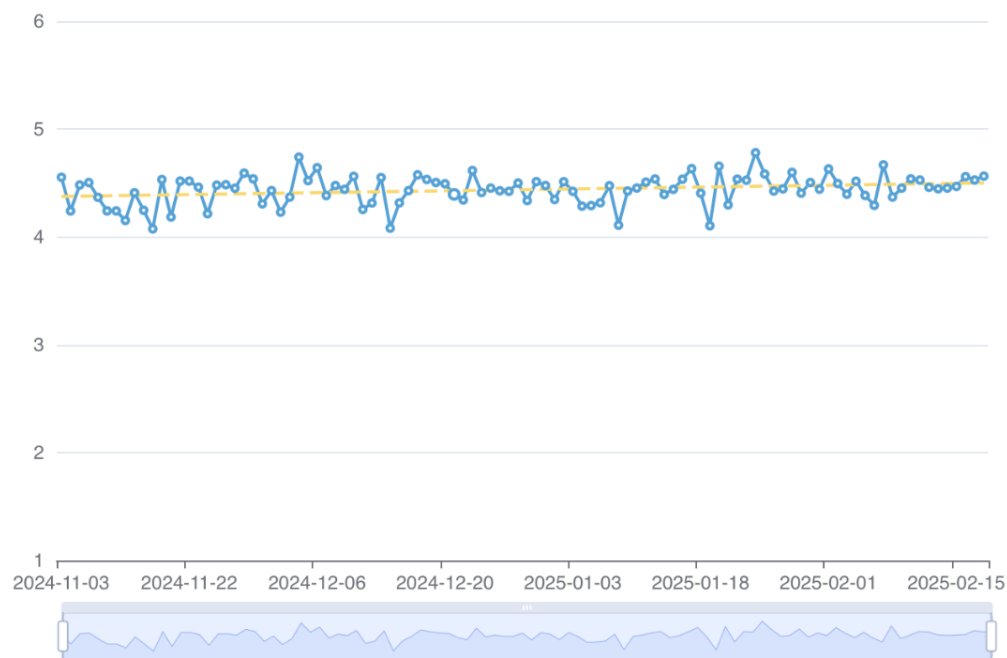


Visualizzazione e reportistica

Intrinsic Capacity

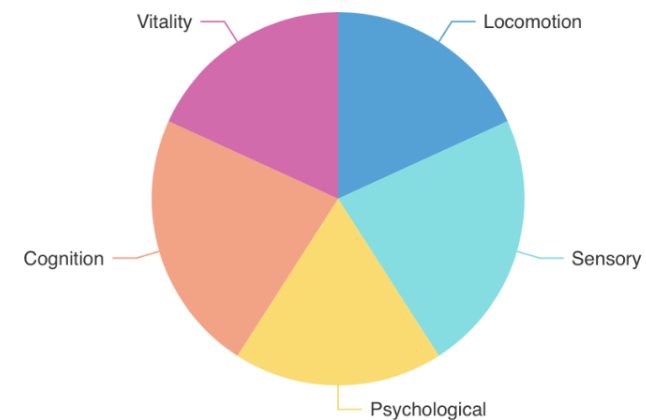
Intrinsic Capacity

Performance Score



Intrinsic Capacity Coverage

- Locomotion
- Sensory
- Psychological
- Cognition
- Vitality



Visualizzazione e reportistica

LOCOMOTION

SENSORY

PSYCHOLOGICAL

COGNITION

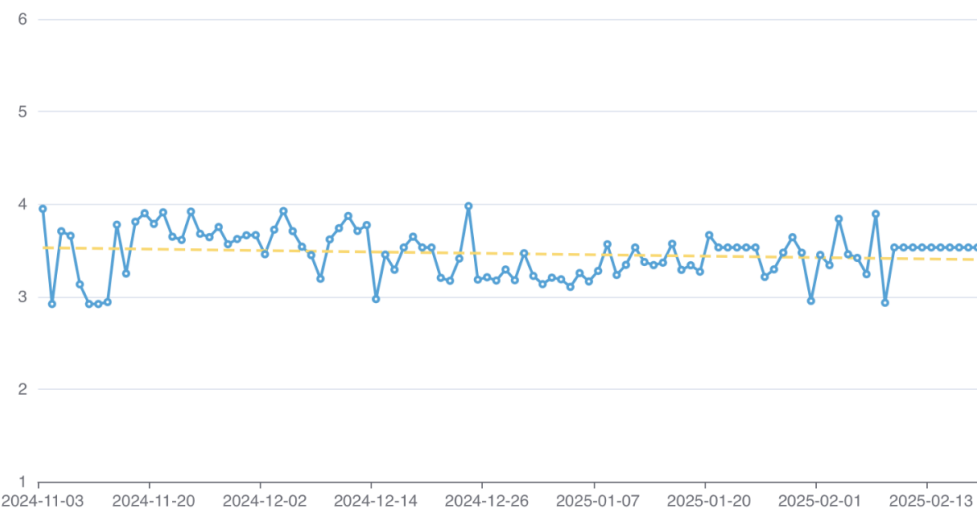
VITALITY

Select a variable to get more info

IC Domain

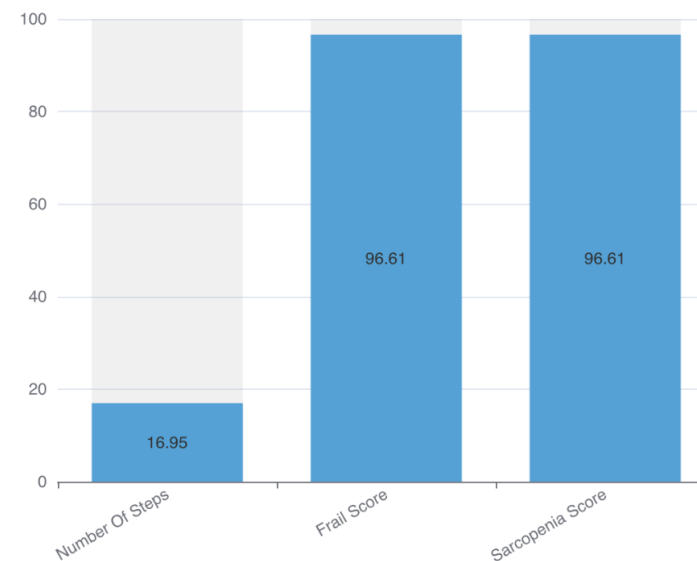
Locomotion

Performance Score



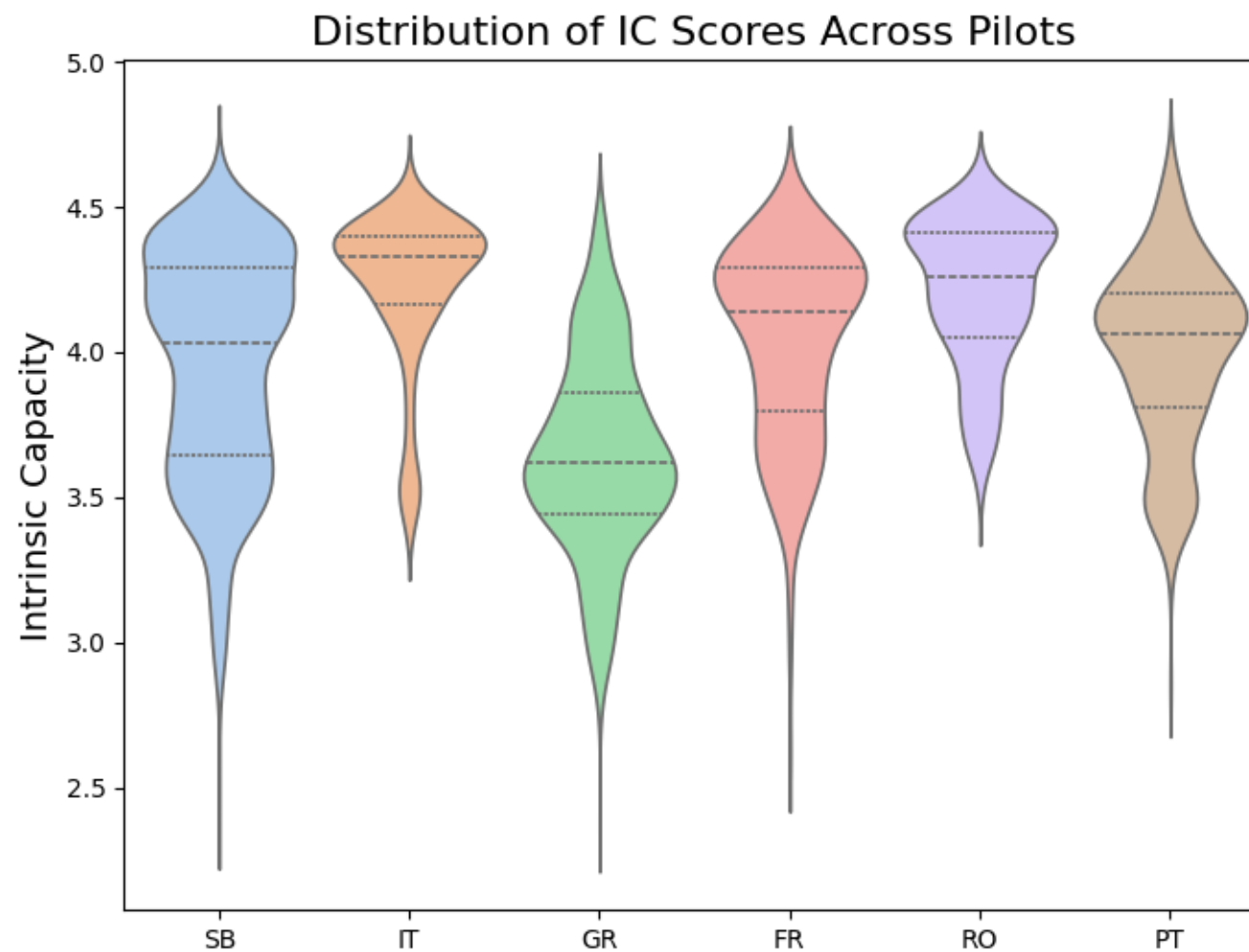
IC Domain imputation

Locomotion's variables imputation [%]





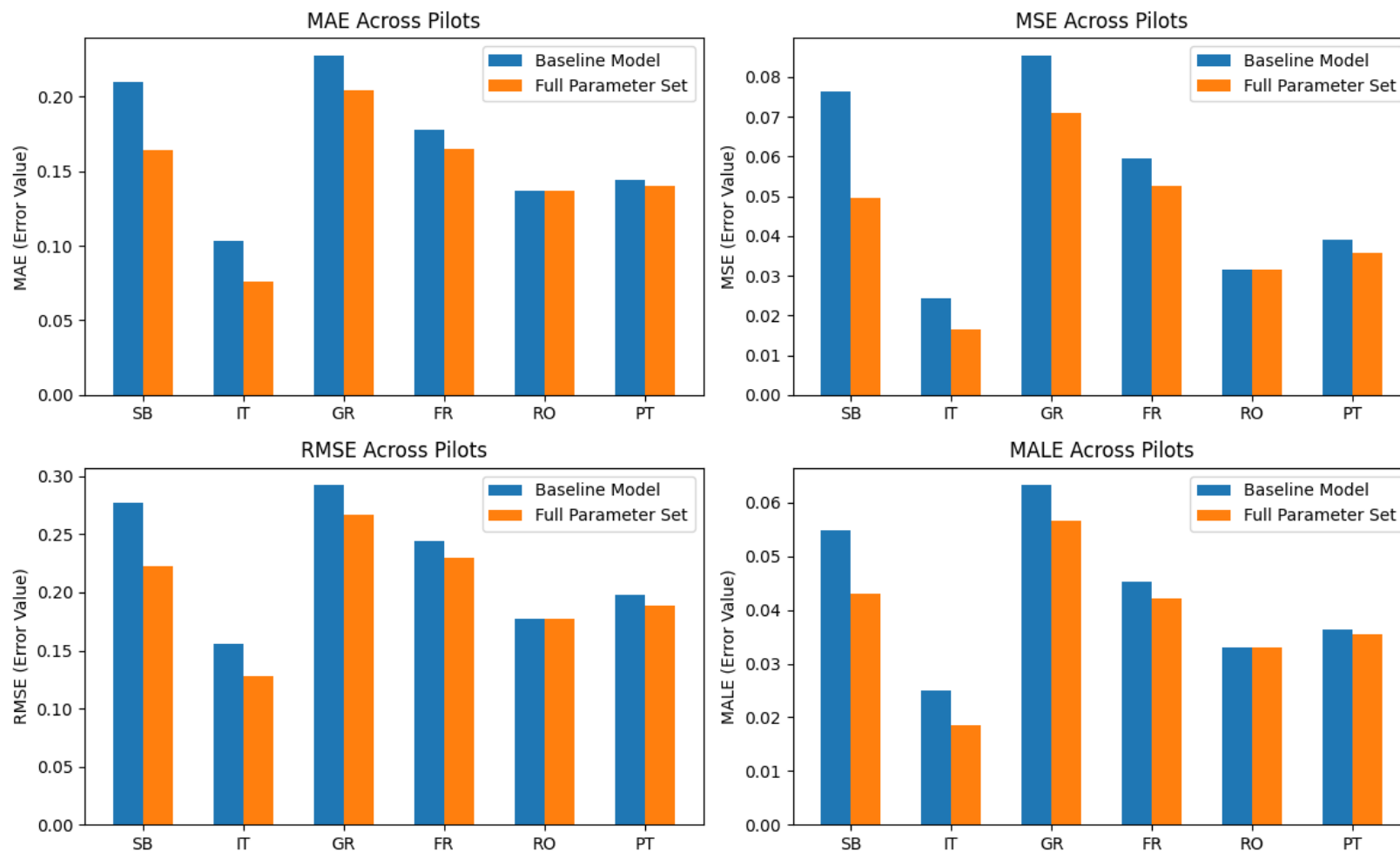
- ## Confronto tra pilot





Predire la IC

IC Prediction Error Across Pilots





Grazie per l'attenzione

