

TECNOLOGIA



FOTO: CANSTOCK

52 GENNAIO 2014

# ARRIVANO I SUPERUMANI

L'evoluzione ha impiegato milioni di anni per affinare le capacità fisiche che ora siamo in grado di replicare artificialmente. Oggi, la tecnologia potrebbe però consentirci di superare in efficienza il nostro stesso corpo: sono in arrivo esseri dalle doti straordinarie...

**E**ra il 5 agosto 2012, quando all'Olympic Stadium di Londra l'atleta sudafricano Oscar Pistorius si allineava insieme agli altri per disputare la gara dei 400 metri ai Giochi della XXX Olimpiade. Era la semifinale e lo sportivo riuscì a completare un giro della pista in 46",44", tagliando il traguardo all'ottavo posto e venendo eliminato. Si direbbe un risultato poco brillante, che invece, aveva dell'incredibile.

Era, infatti, già straordinario che Pistorius si trovasse lì, a gareggiare con i migliori quattrecentometristi del mondo. Al giovane atleta, infatti, erano state amputate le gambe, dal ginocchio alla caviglia, quando aveva appena 11 mesi, per emimelia fibulare bilaterale, l'assenza congenita del perone in entrambi gli arti.

Su quella pista, Pistorius indossava la massima espressione della tecnologia protesica: lamine in carbonio a forma di J, soprannominate Cheetah Flex Foot, piedi flessibili da ghepardo. La partecipazione di Pistorius alle competizioni tra normodotati non ha certo suscitato

unanimesi entusiasmi. Le perplessità erano tutte riconducibili a un'unica preoccupazione, e cioè che gli arti artificiali gli regalassero un indebito vantaggio sui suoi rivali, dimostrandosi più efficienti di gambe naturali.

Dubbio fondato o no? La risposta è controversa. Dopo uno studio condotto in Germania, che concludeva che le lame in







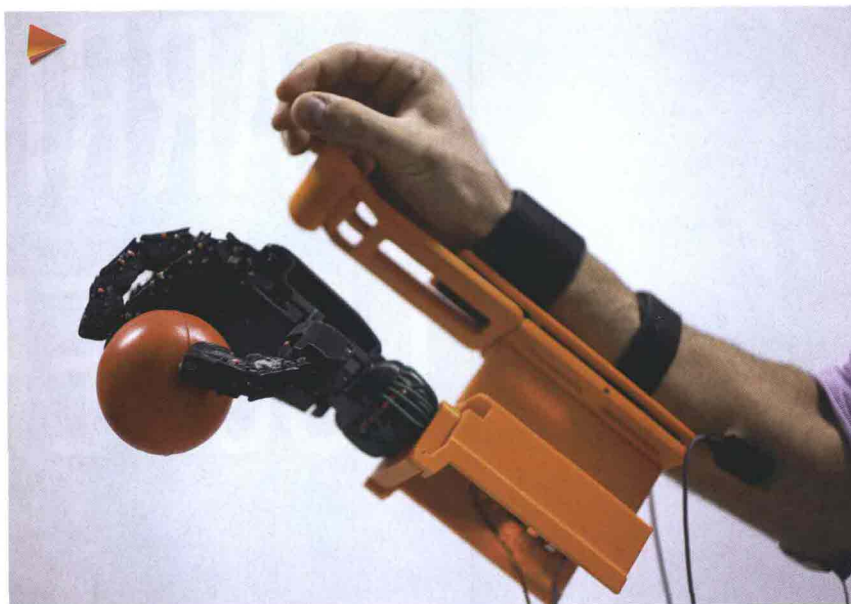
## TECNOLOGIA

➔ carbonio (di qui il soprannome "Blade Runner") gli consentivano di accelerare nella fase di sprint alla stessa velocità degli avversari normodotati, ma con il 25 per cento di dispendio energetico in meno, la IAAF, Federazione atletica internazionale, gli vietò la partecipazione alle gare. La decisione, però, fu annullata da una sentenza di tribunale, che decretò che la IAAF, nella sua valutazione su Pistorius, non aveva ben soppesato i vantaggi e gli svantaggi (tra questi ultimi, la lentezza in partenza).

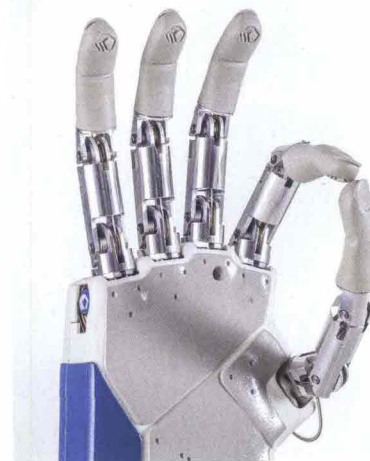
Da allora, il dibattito accademico continua: un altro studio ha concluso che il margine di Pistorius su avversari normodotati sia da quantificare in 10 secondi sui 400 metri, un altro sostiene invece che gli arti protesici lo frenino.

Il "piede da ghepardo", peraltro, non è un caso isolato: pare che ci troviamo a un punto di svolta, e che la tecnica umana sia ormai pronta al sorpasso sull'evoluzione.

Non tutti ne sono sorpresi: "La nostra tecnologia, in alcuni campi, è molto vicina se non addirittura superiore alle naturali capacità umane", dice Anders Sandberg, ricercatore al Future of Humanity Institute dell'Università di Oxford. "Certo, è più semplice intervenire



In alto, PISA/IIT SoftHand. A destra Way, Wearable interfaces for hAnd function recoverY sviluppata alla Scuola Normale di Pisa



PISA/IIT SoftHand, è stata appena presentata al Festival delle Scienze di Genova



## I NOSTRI LIMITI NATURALI

Quanto possiamo andare veloci contando soltanto sulle nostre risorse fisiche?

Il record mondiale di Usain Bolt (100 metri in 9,58 secondi) gli attribuisce una velocità di punta di quasi 45 chilometri orari. Una recente ricerca, tuttavia, suggerisce che il nostro apparato muscolare avrebbe potenza sufficiente per farci correre ancora più veloci, fino addirittura a 65 chilometri all'ora.

Fisiologi di alcune università statunitensi hanno chiesto ad atleti di compiere una serie di movimenti sul tapis roulant, per esempio correre all'indietro o saltare su una gamba sola. Se è opinione comune che sia la nostra potenza muscolare a limitare la velocità in corsa, questi test hanno invece dimostrato che il fattore limitante non sarebbe la potenza, superiore anzi al previsto, ma la rapidità di contrazione dei muscoli per generare forza. Quando corriamo, i nostri piedi entrano a contatto con il terreno per un intervallo di tempo molto breve, e dunque, questa particolare velocità diventa essenziale.

Anche la struttura fisica degli atleti si è evoluta negli ultimi decenni. "Alle Olimpiadi di Roma del 1960, gli scattisti erano di costituzione media, forse con le gambe un po' più muscolose del normale. Non serviva altro per correre in 10 secondi netti", ricorda Ralph Beneke, direttore dell'Unità di Prestazioni Umane dell'Università dell'Essex. "I velocisti degli anni Novanta erano invece molto muscolosi, e ricorrevano a diversi mezzi per aumentare la massa. Oggi, c'è un'inversione di tendenza: gli atleti appaiono di nuovo più snelli, ma non per questo sono più lenti. Hanno imparato a



sfruttare al meglio le loro caratteristiche fisiche, grazie a tecniche di allenamento che massimizzano l'efficacia". E la genetica ha rilevanza nella prestanza atletica? Alun Williams, della Manchester Metropolitan University, ha identificato 23 caratteri genetici, tra cui l'assorbimento di ossigeno e la resistenza muscolare, che influenzano le prestazioni. Ha scoperto che, con la crescita della popolazione, aumentano anche le chance di avere un individuo con un assetto genetico perfetto secondo questi 23 parametri. "Si prevedono nuovi record mondiali, anche in assenza di fattori potenziatori esterni, man mano che emergeranno profili poligenici vantaggiosi", ha scritto Williams sulla rivista *Journal of Physiology*. Le probabilità che esista, oggi, qualcuno con l'esatto profilo genetico sono pari a una su 1212 trilioni.



## “Sensori collegati al cervello, muscoli sintetici, mani robotiche, esoscheletri potenti; oggi, le ricerche tecnologiche ci rendono sempre più efficienti”

in aree dove abbiamo abilità limitate piuttosto che in altre dove l'evoluzione è intervenuta pesantemente, ma anche in quest'ultimo caso, potremmo avere qualche truccetto da insegnare alla natura”.

Benché avanzatissimo per materiali e progettazione, l'arto Flex-Foot non imita i tessuti molli e ossei nel loro movimento. Un'altra protesi è, da questo punto di vista, molto più naturale: la mano artificiale i-LIMB, creata da Touch Bionics, una società di Livingston, in Scozia, dichiarata una delle 50 migliori invenzioni del 2008 dalla rivista Time (si è classificata al 14° posto, prima di un Rover per esplorazioni su Marte e di un mantello dell'invisibilità).

### COMANDO INDIPENDENTE

Prima del lancio di i-LIMB, le mani artificiali erano piuttosto semplici: nei casi migliori, si trattava di appendici a pinza che consentivano di manipolare gli oggetti secondo modalità primitive. La mano i-LIMB, invece, è un arto bionico capace di movimenti incredibilmente realistici. Funziona per controllo mioelettrico: un sensore, posto sulla



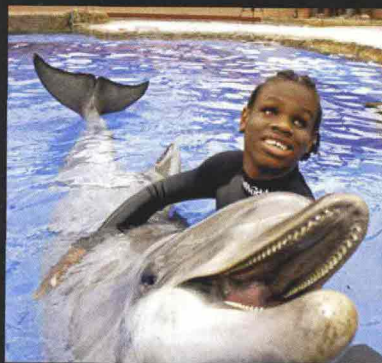
## UMANI E STRAORDINARI

Quattro casi di “superpoteri” naturali

### MENTE SUPERIORE

Daniel Tammet ha 35 anni, abita a Londra ed è un savant autistico. La sua patologia gli ha regalato facoltà mentali straordinarie: nel 2004, ha battuto il record di recitazione delle cifre decimali del Pi greco, declamandone 22.514 in cinque ore e nove minuti.

Le sue capacità di memorizzare dati, imparare lingue straniere a una velocità inaudita e calcolare equazioni impossibili lo hanno spinto a insegnare ad altri i suoi “segreti”.



### IL RAGAZZO CON IL SONAR

Dopo che gli vennero asportati entrambi gli occhi da bambino, in seguito a un carcinoma oculare, Ben Underwood aveva imparato da solo a “vedere”, sfruttando il principio dell'ecolocalizzazione. Producendo brevi schiocchi con la lingua e valutandone l'eco di ritorno, Ben riusciva a “leggere” l'ambiente circostante, al punto che era in grado di spostarsi in bicicletta.

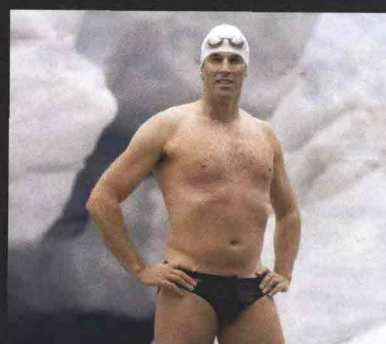
Purtroppo Ben è morto di cancro nel 2009. Ricercatori dell'Università di Alcalá de Henares, in Spagna, si dedicano attualmente allo studio di diversi aspetti dell'ecolocalizzazione.

### L'UOMO CON IL TERMOSTATO

Nelle acque artiche, e indossando soltanto un costume da bagno e una cuffia, la maggior parte di noi morirebbe in meno di tre minuti.

Il britannico Lewis Gordon Pugh, nato nel 1969, invece, ha nuotato al Polo Nord per 18 minuti e 50 secondi, quando la temperatura dell'oceano era di -1,7° C.

La sua facoltà, che Tim Noakes dell'Università di Cape Town, ha chiamato “termogenesi anticipatoria”, gli consente di programmare un aumento della temperatura corporea pari a 1,5° C. Non si hanno notizie di altre persone con le stesse capacità.



### IL BAMBINO CON I MUSCOLI

Un bambino nato in Germania nel 1999 ha sorpreso gli scienziati sfoggiando una muscolatura ipertrofica fin da piccolissimo.

Il baby Ercole è nato con una mutazione genetica molto rara ereditata da entrambi i genitori, portatori sani, che comporta il blocco di una proteina, la miostatina, regolatrice dello sviluppo muscolare.

All'età di cinque anni, il bambino era in grado di sostenere pesi da 3 chilogrammi con le braccia tese, e la sua massa muscolare era da due a tre volte superiore a quella dei coetanei.



# SUPER... ACCESSORIATI

TECNOLOGIA

**Sempre più vasta la gamma dei dispositivi bionici disponibili: basterà fare shopping per trasformarsi in un supereroe?**

"Signori, abbiamo la tecnologia: possiamo ricostruirlo", era l'affermazione iniziale di una fortunata serie TV degli anni Settanta, *L'uomo da sei milioni di dollari*. L'uomo in questione, Steve Austin, scampato a un disastro aereo, era stato appunto ricostruito con impianti bionici che gli attribuivano poteri straordinari, tra cui la capacità di correre a 100 chilometri all'ora o di utilizzare il braccio destro come un bulldozer. Quarant'anni fa, il potenziamento tecnologico delle abilità fisiche sembrava un sogno lontano. Oggi non siamo ancora arrivati al braccio bulldozer, ma l'era dei superumani non è più solo finzione televisiva.

## CONTROLLO DEL PENSIERO

BrainGate, un sistema brevettato da Cyberkinetics Inc. negli USA, prevede l'impianto di un sensore sulla corteccia motoria cerebrale per rilevare i deboli segnali neurali che, in condizioni normali, controllano i movimenti. L'attività neurale viene convertita in segnali caricati elettricamente, poi decodificati grazie a un programma di decrittazione delle intenzioni dell'utente. I segnali possono così far muovere un braccio robotico, aprire un'e-mail o anche accendere un televisore. Diversi pazienti hanno già ricevuto analoghi impianti "neuroprotesici".

## VISTA DIGITALE

La tecnologia EyeTap, sperimentata, costruita e testata da Steve Mann, esiste ormai da oltre 30 anni. Un minicomputer montato su una mono-lente digitalizza e riproietta il campo visivo, consentendo all'utente di sovrapporre informazioni o di correggere la visualizzazione. EyeTap è collegabile a una rete wireless o mobile sulla quale scaricare dati visivi, creando video-diari, chiamati "Glog" dallo stesso Mann.

## SUPER TUTA

L'esoscheletro HAL-5 di Cyberdyne è già disponibile in Giappone per anziani e disabili. La struttura robotica indossabile rileva i segnali nervosi a livello epitelale ed esegue i comandi corrispondenti. La tuta HAL-5, che pesa 23 chilogrammi e ha un costo di circa 33mila euro, è stata progettata per moltiplicare per dieci la normale forza dell'utente, e può funzionare fino a 4000 metri di altitudine e anche sotto la neve. L'autonomia delle batterie garantita dall'ultima versione è di cinque ore in condizioni d'uso normali. Il costo relativamente contenuto è garantito da una produzione su vasta scala.





**MUSCOLI SINTETICI**

Ricercatori dell'Università di Dallas hanno creato muscolatura sintetica a base di nanotubi di carbonio, che risponde alla stimolazione elettrica generando una potenza pari a 100 volte quella del tessuto naturale umano. Il neomuscolo utilizza come risorsa energetica il metanolo, ed è costituito da fasci di nanotubi avvolti su strutture metalliche e dotati di "memoria": nella fase di rilassamento del muscolo, riprendono infatti la posizione originaria. Il tessuto artificiale è attivo anche a temperature di 1200° C; l'unico svantaggio è che, per gestire una simile potenza, sarebbe necessario rinforzare anche la struttura scheletrica umana.

**PELLE PIEZOELETTRICA**

Nuovo approccio alla pelle sintetica: oggi le sensazioni di calore e pressione sono finalmente percepibili in tempo reale. FILMSkin, sviluppata dalla NASA e dall'Oak Ridge National Laboratory, è un materiale polimerico contenente nanotubi di carbonio. I microscopici cilindretti trasferiscono istantaneamente i segnali termici e pressori a recettori collocati in uno strato più profondo. Recenti versioni testate su pazienti umani hanno consentito di differenziare tra punture praticate a distanza di 5 millimetri, quando il differenziale percepibile sulla pelle naturale è di 2 millimetri. Un altro grosso vantaggio è la possibilità di sostituire lo strato epidermico in caso di danneggiamenti.

**LAME IN CARBONIO**

Create dalla società islandese di progettazione protesica Ossur, le gambe artificiali Cheetah Flex Foot, piedi flessibili da ghepardo, sono strutture elastiche in fibra di carbonio, altamente performanti, in grado di incrementare del 30 per cento la potenza meccanica della corsa umana. Sono gli arti artificiali con i quali il recordman Oscar Pistorius, atleta paralimpico, è riuscito a qualificarsi alle Olimpiadi del 2012 e a gareggiare contro avversari normodotati. Ogni gamba costa circa 12mila euro.



TECNOLOGIA

# TECNOLOGIA DA SUPEREROI

Se il nostro sogno è arrampicarci ovunque come l'Uomo Ragno... non dovremo attendere a lungo!

**SUPEREROE: BATMAN**  
**SUPERPOTERE: VOLARE**



Ecco Gryphon, un "wingpack" mono-alare che consentirebbe di planare su Gotham come Batman. Gryphon, che ha un'apertura alare di 1,8 metri, è realizzato in materiale leggero ma resistente (alcune parti sono in carbonio) ed è stato adottato dalle forze speciali dell'esercito tedesco.

Il peso è di 30 chilogrammi e consente a un incursionista di sostenersi in volo orizzontale per 50 chilometri, planando oltre le linee nemiche e azionando il paracadute all'ultimo minuto. Se viene aperto il fuoco, Gryphon può essere puntato verso terra per raggiungere una velocità terminale di 400 chilometri all'ora. Costruito da Spelco, il Gryphon è distribuito a un costo di circa 12.300 euro per ciascuna mono-ala.

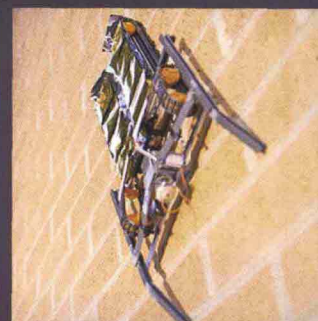
**SUPEREROE: IRON MAN**  
**SUPERPOTERE: PROTEGGERE**



Troy Hurtubise è un inventore canadese diventato famoso grazie alla sua "armatura anti-orso" contro l'attacco di grizzly. Un suo progetto più recente, però, sembra poter avere maggiori applicazioni pratiche. L'armatura Trojan S Series è una struttura altamente tecnologica che, secondo il suo ideatore, proteggerebbe dai colpi di arma da fuoco, anche se sparati da distanza ravvicinata.

Pesa 13,6 chilogrammi, e consente a chi la indossa di correre, arrampicarsi e guidare. Il materiale utilizzato nei punti critici dell'armatura si chiama "Shadow Armor", ed è una sorta di corazzatura antiproiettile brevettata dallo stesso Hurtubise, che devia coltellate e colpi di calibro 12. È in vendita al prezzo di circa 40mila euro.

**SUPEREROE: UOMO RAGNO**  
**SUPERPOTERE: ARRAMPICARSI**



Scalare i muri come Peter Parker non è più una fantasia. È arrivata una generazione di robot avanzati, in grado di arrampicarsi su superfici verticali sfruttando tenui forze elettriche per creare attrazione elettrostatica tra le piastre di contatto (le "zampe" del robot) e la parete. Per staccare le piastre, basta disattivare il flusso di corrente.

I primi robot arrampicatori dovevano rispettare un limite di peso di 34 chilogrammi, ma nulla vieta di estendere la tecnologia ad applicazioni umane, secondo Nicola Pugno, professore di meccanica strutturale del Politecnico di Torino che sta conducendo studi in tal senso: "Fondamentalmente, non c'è ragione che impedisca di portare il limite anche a 90 chilogrammi".

**SUPEREROE: HULK**  
**SUPERPOTERE: RIGENERARE**



Perso un arto lottando contro le forze del male? Non importa, basta farlo ricrescere. La tecnologia di rigenerazione di parti del corpo sta muovendo ora i primi passi: la ricerca è partita da studi sulle salamandre e i pesci zebra, in grado, come Hulk, di far ricrescere appendici amputate.

Gli scienziati hanno fatto una scoperta interessante: se un pesce zebra perde la coda, per esempio, alcuni geni che erano stati disattivati al termine della fase embrionale vengono "riaccesi" da particolari enzimi, rimuovendo il rivestimento proteico che circonda il materiale genetico. Un processo analogo potrebbe essere applicato agli esseri umani: se ci si riuscirà, saremo anche noi in grado di rigenerare organi.

➔ muscolatura della parte residua del braccio, capta microsegnali e li ritrasmette per comandare le falangi.

Le cinque dita (compreso un pollice opponibile) sono alimentate e azionate in modo indipendente: consentono di afferrare la maniglia di una valigia, girare una chiave, raccogliere una monetina o digitare su una tastiera, e dunque, di svolgere ogni tipo di attività quotidiana.

"La forza di presa, di circa 10 chilogrammi, è commisurata alle esigenze di ogni giorno", spiega Hugh Gill, responsabile delle attività tecnologiche di Touch Bionics. "Potevamo potenziarla ulteriormente, ma sarebbe stato pericoloso, c'era il rischio di ferire qualcuno".

Il limite di carico della mano i-LIMB (il peso che è in grado di sostenere) era di 45 chilogrammi nella versione iniziale, poi raddoppiato in versioni successive: il nuovo limite consentirebbe di sollevare un pugile di

peso massimo con una sola mano. E i vantaggi non finiscono qui. "I pazienti apprezzano il rivestimento esterno dell'arto robotico e mostrano con orgoglio la mano artificiale", dice Gill. La i-LIMB risponde anche a differenze nel livello di segnale mioelettrico: se il paziente intende stringere più forte, o più velocemente, la mano si comporta di conseguenza. Touch Bionics ha pensato anche a una versione più robusta, per clienti che desiderano prestazioni superiori. "Abbiamo previsto una sorta di involucro metallico", spiega Gill. "Se dovessimo chiudere la mano nella portiera di un'auto, sarebbe l'auto a riportare danni". i-LIMB è uno strumento che già rivalleggia, per mobilità e potenza, con una delle parti più complesse del corpo umano: è una mano che potrebbe già, e con ragione, essere definita superumana.

Anche l'Italia è in prima fila con le mani robotiche: PISA/IIT SoftHand, sviluppata dal

Centro di Ricerca E. Piaggio dell'Università di Pisa e dall'Istituto Italiano di Tecnologia di Genova, infatti, è stata appena presentata al Festival della Scienza di Genova. "Robusta e affidabile questa protesi a un solo motore è in grado di fare tutte le prese di una mano umana. È stata ottenuta imitando la struttura dei legamenti e delle articolazioni umane", racconta Antonio Bicchi coordinatore del progetto. "Grazie all'estrema versatilità, può essere usata sia come mano robotica che come protesi in modo molto semplice. Le dita si possono piegare, tirare, distorcere, disarticolare, e ritornano a posto senza danno. Le falangi e le falangette sono in plastica e i tendini sono elastici; questo permette alla mano di adattarsi all'oggetto che afferra". La struttura è stata realizzata attraverso una stampa 3D.

Anche alla Scuola Normale di Pisa si costruiscono mani; Way, acronimo di Wearable interfaces for hAnd function



## “Sarà presto possibile mettere gli arti artificiali in comunicazione con il cervello. Questo permetterà a chi li porterà di avere realistiche sensazioni tattili”

recoverY, è una mano robotica che permetterà di recuperare la funzionalità perduta a causa di un'amputazione.

Sarà poi presto possibile mettere gli arti artificiali in comunicazione con il cervello, sviluppando così sensazioni tattili. Gli scienziati infatti hanno compiuto progressi anche nel campo della trasmissione di impulsi sensoriali di ritorno, grazie a minuscoli impianti neurali. Un gruppo diretto da Sliman Bensmaia, ricercatore di biologia presso l'Università di Chicago, ha identificato in alcuni macachi il percorso seguito dall'attività neurale cerebrale in seguito a contatto con le mani. Generando artificialmente un'analoga attività neurale, le scimmie rispondevano come se percepissero effettive sensazioni a

livello degli arti. Questa ricerca apre la strada allo sviluppo di sensori protesici in grado di produrre realistiche sensazioni tattili.

### FORTI COME HULK

Ray Baughman, direttore dell'Alan G MacDiarmid NanoTech Institute dell'Università del Texas, a Dallas, ha creato muscoli artificiali a partire da nanotubi di carbonio che riprendono le nostre caratteristiche biologiche formali e funzionali, ma con una differenza importante: la potenza, fino a 100 volte superiore.

I nanotubi di carbonio sono nastri ultrasottili di carbonio puro. Baughman li ha raggruppati per formare un filamento più consistente, scoprendo che, dopo l'applicazione di calore, si verifica un effetto repulsivo straordinariamente potente che separa i nanotubi: il materiale si espande in ampiezza e si contrae in lunghezza, proprio come il tessuto muscolare.

I neomuscoli non richiedono alimentazione elettrica esterna, in quanto l'energia è fornita loro dal metanolo. “L'energia chimica del metanolo viene convertita in energia termica dalla reazione catalitica di una miscela formata dal combustibile e dall'ossigeno ambientale”, spiega Baughman. Il risultante rialzo termico determina la contrazione della muscolatura artificiale, seguita da un miorelassamento quando la temperatura scende.

Per contrarsi, i nanotubi non hanno bisogno di voluminose batterie. “Utilizzando il metanolo, è possibile accumulare quantità di

energia 20 volte superiori rispetto alle batterie più avanzate”, dice Baughman.

La stessa università ha recentemente realizzato, in collaborazione con altri istituti negli Stati Uniti, in Australia, in Canada e in Corea, nanomuscoli ancora più potenti, come la proboscide degli elefanti, e capaci di compiere un movimento complesso come quello di torsione. Il nuovo lavoro è riuscito a conciliare la forza di queste fibre con una grande flessibilità, aumentandone notevolmente la rapidità di torsione. I ricercatori hanno dimostrato che immergendo questi filamenti artificiali in un liquido che conduce elettricità, si può rendere il processo reversibile inducendo i nanotubi a tornare nella posizione iniziale. I nanomuscoli sono costituiti da due fasci di filati immersi in un liquido conduttore; una batteria funge da fonte di alimentazione che permette di caricare elettricamente il liquido e indurre il “muscolo” a una torsione, per poi farlo tornare in posizione iniziale. In questo caso i ricercatori hanno fissato una paletta al filato di nanotubi che consente alla rotazione di realizzare un lavoro utile, come mescolare dei liquidi.

Un giorno, dunque, sarà possibile sostituire con nanotubi di carbonio la muscolatura umana? Se dovesse accadere, gli atleti potrebbero disputare i 100 metri piani in una frazione dell'attuale record detenuto da Usain Bolt. Il problema, dice Baughman, è che, per gestire una simile potenza, dovremmo potenziare anche il resto del corpo. “Si dovrebbe rafforzare lo scheletro”, ➔

L'esoscheletro HULC, prodotto da Lockheed Martin, consente ai militari di trasportare senza affaticarsi carichi molto pesanti





## TECNOLOGIA

➔ aggiunge. Inoltre, ci potrebbero essere dei problemi ogniqualvolta non è richiesta una forza estrema. “Un soldato apprezzerrebbe i superpoteri per combattere in prima linea; una volta a casa, però, desidererebbe un fisico più naturale per trascorrere del tempo in famiglia”.

Secondo lo scienziato, la soluzione sta nel creare macchine “indossabili”, che conferiscano forza in più quando è necessaria la massima potenza fisica, ma possano poi essere rimosse per sdraiarsi sul divano a guardare la TV. Invece di sostituire parti del corpo, dunque, potremmo integrare ciò che già abbiamo con una sorta di efficientissimi sostegni indossabili con leghe d'acciaio, altamente ingegnerizzati con motori propri

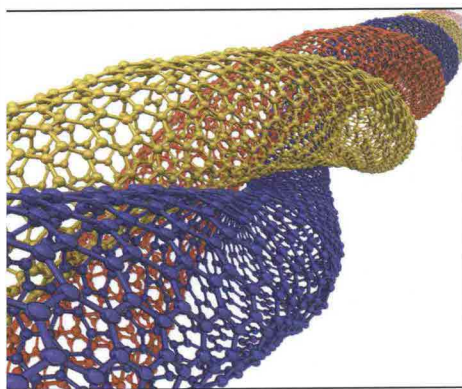
e comandi che, nel giro di qualche anno, saranno attivabili direttamente con il cervello. Basterà un impulso “intuitivo” per muovere super-braccia e gambe infaticabili, in grado di aumentare di 20-30 volte la nostra resistenza fisica. Questi esoscheletri, fiori all'occhiello della maccatronica, scienza che studia i sistemi di controllo del movimento, in realtà già esistono.

Nati negli anni Novanta in ambito militare, oggi si prestano sempre più a usi civili o medici. Gioiello della ricerca made in Italy è il Body Extender, partorito dalla collaborazione tra la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa (settore PERCRO) e il Ministero della Difesa. Il Body Extender può agire con una forza paragonabile a quella di una piccola gru, (può sollevare 50 chilogrammi per braccio) concedendo al contempo un'ampia libertà di movimento, necessaria per poter lavorare in ambienti angusti. Per esempio, quelli che si possono presentare nel caso dell'assemblaggio di grandi manufatti, come aerei, natanti, vagoni ferroviari. Inoltre, può contribuire al salvataggio di feriti in condizioni di emergenza rimuovendo le macerie, nel caso di disastri naturali o causati dall'uomo (dalle esplosioni, agli attentati), nonché al trasporto di materiali nei cantieri edili.

Questi sostegni possono essere utilizzati anche a scopo riabilitativo come dimostra il Lokomat V6, esoscheletro per la deambulazione robotizzata, testato all'ospedale milanese Niguarda.

Negli Stati Uniti l'azienda di ingegneria aerospaziale Lockheed Martin ha creato HULC (Human Universal Load Carrier): un'esostruttura costituita da gambe idrauliche in titanio, alimentate a batteria, da fissare

**“La soluzione è creare macchine da indossare che conferiscano forza in più quando è necessaria la massima potenza fisica”**



I fasci di nanotubi, nastri ultrasottili di carbonio puro, possono espandersi in ampiezza e contrarsi in lunghezza, proprio come il tessuto muscolare



FOTO: CANSTOCK X2



## CIFRE SUPERUMANE

### 2000

le persone che utilizzano protesi bioniche  
I-LIMB di Touch Bionics

### 680 chilogrammi

peso del primo esoscheletro motorizzato, battezzato Hardiman, e sviluppato negli anni Sessanta da General Electric e dall'esercito USA. Proprio il peso, però, lo rendeva scarsamente funzionale.

### 48 ore

autonomia operativa di un esoscheletro HULC per applicazioni militari alimentato da batterie agli ioni di litio

### 10,91 secondi

record mondiale di atletica paralimpica fatto registrare nella specialità 100 metri da Oscar Pistorius, privo di entrambe le gambe

### 100 chilogrammi

peso sollevabile da una persona che indossa un esoscheletro Body extender

agli arti naturali dei militari, che grazie all'imbragatura metallica possono così trasportare pesi da 90 chilogrammi (l'equivalente di una femmina di gorilla adulta), avanzando a una velocità di 15 chilometri all'ora.

Dalle applicazioni militari e civili alla quotidianità: HAL-5 di Cyberdyne è già sul mercato in Giappone. HAL (Hybrid Assisted Limb) è un esoscheletro integrale del peso di appena 23 chilogrammi, in grado di moltiplicare per dieci la forza umana, con un'autonomia di cinque ore.

Messo a punto da Yoshiyuki Sankai

**Il sistema HAL-5 di Cyberdyne potenzia le naturali facoltà fisiche**



HAL-5, esoscheletro già disponibile in Giappone



dell'Università di Tsukuba, in Giappone, è noleggiabile al costo di circa 450 euro al mese.

"Ora vogliamo iniziare la produzione in serie", afferma il professor Sankai sul sito dell'azienda costruttrice, Cyberdyne. "Gli addetti a impieghi usuranti potrebbero farsi assistere da HAL sul lavoro. Il nostro robot potrebbe compensare gli effetti del prolungamento dell'età lavorativa dovuto alla diminuzione delle nascite e all'invecchiamento generale". HAL funziona rilevando deboli segnali elettrici muscolari e convertendoli in movimento.

## CONTROLLO MENTALE

Che cosa accadrebbe se si potesse, invece, comandare con la mente un esoscheletro o un braccio protesico? È un'ipotesi che piace alla DARPA, agenzia del Dipartimento della Difesa USA, che ha svolto attività di ricerca in questo campo.

Si trattava di scoprire perché le connessioni elettroniche neuronali "saltano" dopo un intervallo di tempo molto breve. Visto che, invece, anche un compito semplice come sollevare un braccio per portare cibo alla bocca richiede lo scambio di migliaia di messaggi tra arto e cervello, è essenziale poter contare su connessioni stabili senza soluzione di continuità. La DARPA ha così realizzato un braccio artificiale, comandato direttamente dal cervello, per il quale si calcola una vita utile di 70 anni.

Prevedere la futura evoluzione del corpo umano è il settore di interesse specifico di Andy Miah, professore di etica e tecnologie emergenti presso la West of Scotland University, dove è docente di transumanismo.

"Negli ultimi anni, la comunità medico-

scientifica ha riconosciuto che il potenziamento delle facoltà umane non è una vaga ipotesi futura, né qualcosa che presuppone un ripensamento radicale del nostro sistema di valori", spiega Miah. "Semplicemente, gli attuali progressi scientifici ci permettono, direi quasi ci impongono, di migliorare l'Umanità".

Un'opinione sicuramente condivisibile per Hugh Herr, del Massachusetts Institute of Technology di Boston. Dopo aver subito una doppia amputazione di gamba da adolescente, in seguito a un incidente in montagna, il professore ha dedicato la carriera al superamento delle specificità uomo-macchina e al perfezionamento delle rispettive capacità di integrazione. "Siamo molto vicini a dimostrare che un amputato dotato di protesi è in grado di camminare con un dispendio energetico metabolico inferiore rispetto a una persona normodotata", dice Herr. Il suo laboratorio sta inoltre esaminando esoscheletri che aiuterebbero persone dotate di arti normalmente funzionanti a camminare e correre riducendo la potenza metabolica richiesta.

Herr ritiene che, presto, questa tecnologia sarà di comune applicazione. "Tra vent'anni, vedremo ogni giorno persone camminare per strada indossando un esoscheletro. Accadrà come per la bicicletta: quando fu inventata, in tanti furono colpiti e chiesero di provarla. Credo che queste invenzioni avranno un destino simile". ■

**ED CHIPPERFIELD e PAOLA GRIMALDI**  
sono divulgatori scientifici freelance

Scrivete a: [tecnologia@bbcsience.it](mailto:tecnologia@bbcsience.it)