

WOW!

La rivista tecnica per i giovani e per coloro che lo sono ancora

TechnoScope

2/13
by SATW

La tecnica per la salute

Dal 1900 la speranza di vita in Svizzera è quasi raddoppiata.
Oggi è di 80,3 anni per gli uomini e di circa 84,7 per le donne.

Nel 2011 in Svizzera sono stati trapiantati 510 organi, tra cui 282 reni,
109 fegati, 54 polmoni e 36 cuori.

Oggi le operazioni d'appendicite possono essere effettuate tramite una
singola piccola apertura di 2 cm vicino all'ombelico.

Nell'App Store di Apple ci sono oltre 15 000 applicazioni mediche.

In Svizzera vi sono circa 975 sale operatorie e oltre 150 apparecchiature per
la tomografia a risonanza magnetica (MRI).

50 anni fa in Svizzera fu utilizzata la prima protesi dell'anca.

Nella terapia con i protoni i pazienti affetti da tumore sono trattati con
particelle cariche che in un secondo percorrono 180 000 chilometri.

SATW

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften
Académie suisse des sciences techniques
Accademia svizzera delle scienze tecniche
Swiss Academy of Engineering Sciences



Allenarsi con i robot

Imitare la nostra pelle

Stampare le ossa

Concorso:
Vinci un orologio fitness!



▲ Con una tecnica elaborata vengono esercitati semplici movimenti quotidiani del braccio e della mano.

► Assistiti dai terapeuti, i pazienti fanno i loro primi tentativi di camminata nel «Lokomat».



▲ Il robot «MotionMaker» muove le gambe del paziente. Nel frattempo l'attività dei muscoli viene monitorata costantemente.

► Una speciale videocamera a infrarossi posta sul computer permette ai pazienti in grado di muovere un po' la testa di tornare a scrivere.



Passo dopo passo, per tornare al quotidiano

Chi, a causa di un incidente, subisce una lesione del midollo spinale, è costretto a far molta fatica per tornare alla normalità. Speciali robot terapeutici aiutano le persone colpite nel compiere il loro lungo percorso.

Il robot «Lokomat», che aiuta a camminare, supporta le persone che hanno subito lesioni al midollo spinale, insegnando loro a muovere nuovamente le proprie gambe. L'imponente macchina si trova presso il Centro svizzero per paraplegici di Nottwil. Con l'impiego di una tecnologia raffinata e di cinghie, che sorreggono il peso del corpo, i pazienti compiono i primi timidi passi sul tapis roulant. Sono guidati dai terapeuti e supportati da immagini che vedono di fronte a sé sullo schermo del computer.

I robot terapeutici sono usati da otto anni a Nottwil e con notevole successo. Durante la fisioterapia vengono quindi allenate le gambe. Nell'ergoterapia i pazienti imparano a riutilizzare braccia e mani. «Con il supporto dei robot i pazienti fanno semplici esercizi con le braccia e le mani utili per la vita quotidiana», spiega Bart De Kimpe, responsabile del gruppo di ergoterapia. «Con il supporto d'immagini virtuali, visualizzate sullo schermo del computer, vengono esercitati movimenti della vita quotidiana come

afferrare una tazzina, annaffiare i fiori, prendere una mela dallo scaffale o pelare le carote».

Il fatto che i pazienti possano vedere sullo schermo come riescono a svolgere gli esercizi è un forte fattore motivante. «Questo rende la terapia interessante per loro» spiega De Kimpe. Rispetto all'ergoterapia tradizionale, un grosso vantaggio rappresentato dai robot è che anche con pazienti gravemente paralizzati si può lavorare in modo più mirato e vicino alla quotidianità. «È importante ripetere gli esercizi tutti i giorni, per esercitare il sistema nervoso in modo specifico. È proprio questo che è possibile con l'uso dei robot».

Un'agevolazione per i terapeuti

I robot non presentano vantaggi solo per le persone paralizzate, ma anche per i terapeuti. Questi devono svolgere meno frequentemente pesanti sforzi fisici. «Quando si sta bene, si sottovaluta la forza che serve per contrastare la forza di gravità», afferma De Kimpe. Ciò non

toglie, tuttavia, che i robot rimangano dei mezzi ausiliari, non in grado di sostituire i terapeuti. Tuttavia, il compito dei terapeuti è cambiato: ora devono fare lavorare correttamente i pazienti mentre usano le apparecchiature terapeutiche e controllare che essi eseguano i movimenti corretti. «Dobbiamo inoltre sempre verificare che i robot siano impostati correttamente in base alle capacità motorie dei pazienti», spiega De Kimpe. «Poiché le apparecchiature hanno il compito di sostenere i pazienti in misura limitata, affinché ciascuno di essi svolga correttamente le attività che gli sono possibili». Se gli esercizi sono troppo leggeri, le persone paralizzate ne traggono un vantaggio limitato. Se invece sono troppo pesanti, gli effetti sono sovraccarico e frustrazione. Oggi i robot terapeutici come il Lokomat sono disponibili solo nelle cliniche. In un futuro non troppo lontano robot simili potrebbero anche essere usati a casa. Sostenuti da un assistente, i pazienti potrebbero quindi continuare a fare esercizi nel loro ambiente familiare.

Un aiuto per i casi particolarmente gravi

Alcune persone, dopo un incidente o a causa di una malattia possono subire menomazioni tali da non poter muovere gambe e braccia e da poter compiere solo minimi movimenti con la testa. Per casi di questa gravità è oggi disponibile un supporto: nel Centro svizzero per paraplegici di Nottwil questi pazienti possono esercitarsi, con l'aiuto di una speciale telecamera a infrarossi, a muovere un cursore sullo schermo di un computer. Questa fotocamera particolare registra i movimenti della testa e li trasforma in un comando per il computer. Quando i pazienti hanno imparato a spostare il cursore in questo modo, possono, per esempio, tornare a scrivere testi.

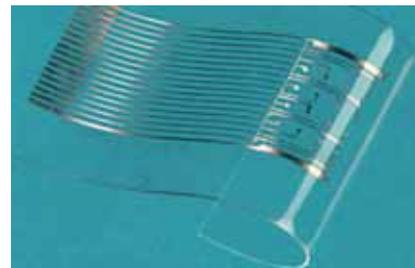
Altri centri vanno ancora oltre: stanno testando le cosiddette interfacce cervello-computer. Ai pazienti vengono fissati degli elettrodi alla testa attraverso i quali viene registrata l'attività del cervello. I flussi cerebrali misurati sono trasformati in un segnale in grado di controllare il cursore sullo schermo. Per esempio, con soluzioni di questo tipo, i pazienti affetti da sindrome di Locked-in possono essere messi nuovamente in grado di comunicare con l'ambiente circostante. Queste persone sono del tutto coscienti, ma a livello motorio non sono più in grado di farsi capire, perché non riescono a parlare e nemmeno a muovere la testa.



Un robot mutevole

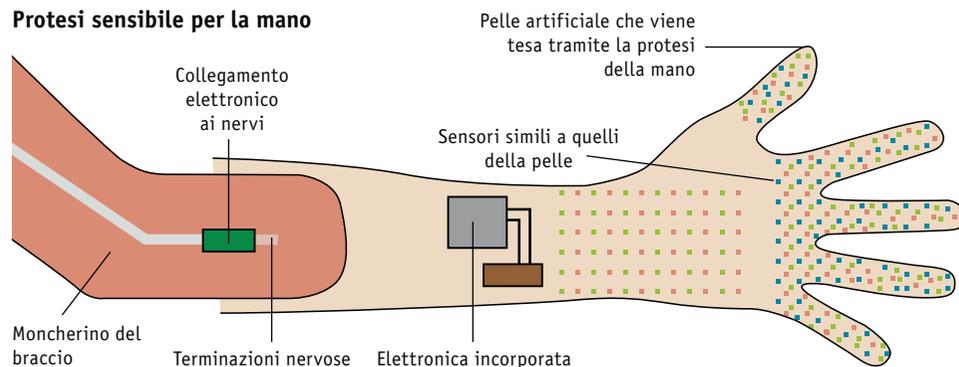
Ciò che sembra a prima vista un origami di carta fatto con abilità, è in realtà un robot hightech a tutti gli effetti. Lo ha sviluppato il gruppo che lavora con Jamie Paik, professoressa presso il Reconfigurable Robotics Lab dell'EPF di Losanna. Il clou dell'oggetto: il robot è in grado di mutarsi in qualsiasi forma in modo del tutto autonomo. Questo tipo di robot, noto anche con il nome di robogami, secondo Jamie Paik potrebbe svolgere funzioni utili in molti settori. Ad esempio, anche in sala operatoria: i moderni robot da sala operatoria usati oggi per interventi di precisione nel basso ventre sono dei veri e propri mostri. Questo perché gli strumenti per l'intervento possono essere portati nella posizione corretta solo utilizzando un comando complicato. Se i robot stessi si potessero deformare, sarebbe possibile realizzare apparecchiature più piccole che permetterebbero ai medici di avere una migliore prospettiva sull'operazione.

Come un origami di carta, questo robot cambia la propria forma.



Questo componente elettronico si lascia plasmare a piacere.

Protesi sensibile per la mano



Elettronica che aderisce bene

In molte applicazioni mediche sarebbe utile se il corpo umano potesse essere collegato direttamente ad un'apparecchiatura elettronica. È proprio quel che permettono certi materiali di nuova concezione: sono facilmente plasmabili e tuttavia funzionano come l'elettronica tradizionale.

Se gli ingegneri si mettono a lavorare su nuovi componenti elettronici, solitamente cercano di renderli più veloci, più piccoli o più economici. Stéphanie Lacour persegue invece un altro obiettivo: la professoressa di neoprotesi presso l'EPF di Losanna vuole realizzare componenti che siano pieghevoli ed elastici. «Le apparecchiature elettroniche tradizionali, dai computer fino al più piccolo sensore, hanno un grande svantaggio: sono realizzati con materiali rigidi che non si deformano», afferma la professoressa.

La scienziata sta cercando, insieme al suo team, di unire materiali comunemente usati per i componenti elettronici come il silicio, con materie plastiche flessibili, per realizzare unità completamente nuove. «Il nostro obiettivo è la flessibilità funzionale», spiega la ricercatrice. «Materiali, quindi, che si adattino a qualsiasi forma e che però funzionino come i tradizionali componenti

elettronici». Attualmente si stanno conducendo ricerche su queste composizioni non solo presso l'EPF di Losanna; ci sono, ad esempio, grandi aziende del settore informatico che stanno cercando di sviluppare apparecchiature che possano cambiare dimensioni e forma. Un semplice smartphone potrebbe quindi essere all'occorrenza esteso in formato tablet per poi essere riavvolto, in modo agevole e pratico.

Pelle sensibile per protesi

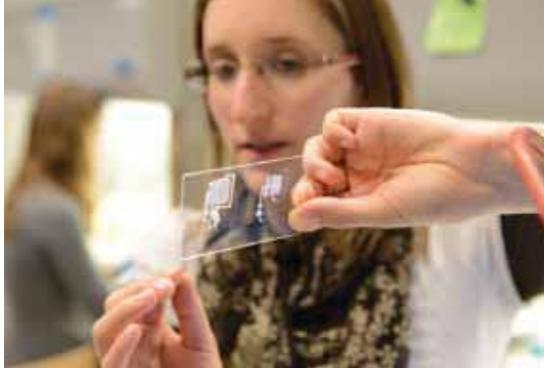
Stéphanie Lacour si è concentrata invece su applicazioni mediche. Lavora ad un tipo di pelle artificiale che si adatti perfettamente alla forma del corpo umano. A tale scopo ha dotato di sensori interconnessi elettricamente un materiale di base pieghevole. Con il supporto di questo tipo di materiali, sarebbe possibile per esempio realizzare protesi di mani con le quali poter percepire l'ambiente esterno. «I pazienti potrebbero aver-

tire il calore o la rigidità di un oggetto che sarebbero in grado di afferrare con la protesi. Questa agevolerebbe moltissimo la vita quotidiana».

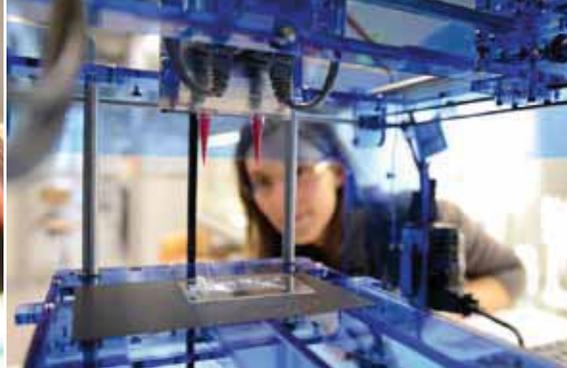
Componenti elettronici pieghevoli potrebbero anche agevolare il collegamento di apparecchiature elettroniche al sistema nervoso umano. Il tessuto nervoso nel cervello o nel midollo spinale è molto morbido e non è possibile collegarlo ad elettrodi in metallo duri e rigidi. Materiali morbidi e flessibili, come sta sviluppando attualmente Stéphanie Lacour, si adattano perfettamente alla forma del tessuto nervoso, trasmettendo meglio i segnali delle cellule nervose. C'è tuttavia ancora molto lavoro di base da svolgere, spiega Lacour. «Dobbiamo imparare a combinare tra loro materiali tradizionali in modo completamente nuovo, per ottenere componenti che si possano combinare al meglio con il corpo umano».

Jamie Paik individua un'altra possibile applicazione nei bendaggi delle ferite. In alcuni punti del corpo è difficile coprire le ferite in modo che la fasciatura non abbia sempre la stessa rigidità. Un componente in grado di deformarsi potrebbe servire per garantire che la fasciatura si adatti ai movimenti del paziente, garantendo sempre una protezione ottimale delle ferite.

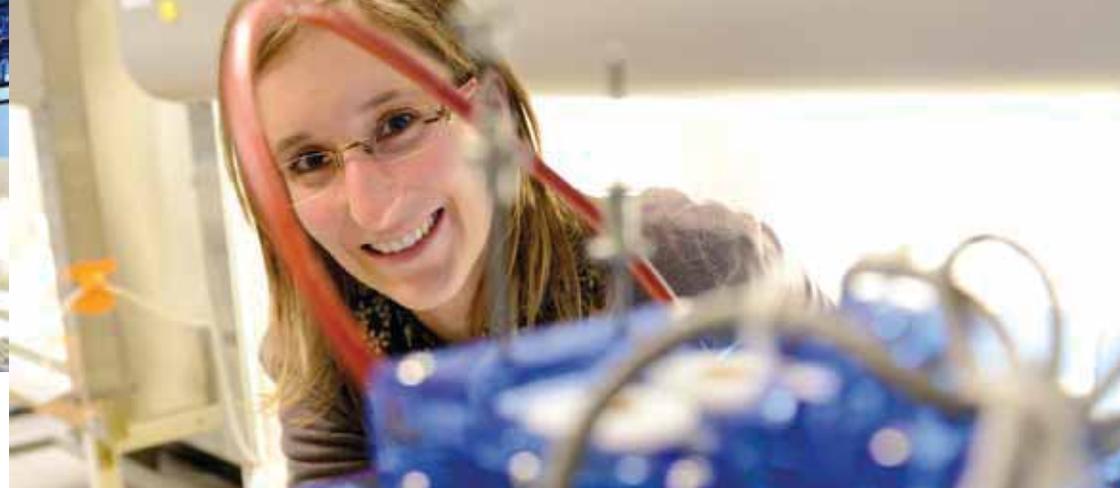
Per sviluppare questo tipo di robot plasmabile, Jamie Paik deve «esplorare» diversi settori. Per esempio, la ricercatrice ha bisogno di motori completamente nuovi affinché i piccoli triangoli di cui sono composti i robot plasmabili possano essere mossi singolarmente. Un'altra sfida è costituita dall'alimentazione di corrente. «Al momento utilizziamo piccole batterie», spiega Jamie Paik. «A lungo termine, però, avremo bisogno di nuove soluzioni anche in questo caso. Sarebbe ideale se potessimo alimentare le apparecchiature con una fonte di energia rinnovabile».



Silke Wüst mette sotto la lente una stampa in 3D appena fatta.



La ricercatrice ha trasformato con le proprie mani la stampante 3D in una stampante di biomateriali.



La collaborazione di ricercatori nell'ambito della biologia, della farmacia e delle scienze dei materiali e motorie è stata straordinariamente emozionante per l'ingegnere di processi.

Le stampaossa

Con le stampanti 3D oggi è possibile stampare quasi di tutto, anche tessuti biologici. Una dottoranda della Scuola politecnica federale di Zurigo sviluppa nuove procedure per la «stampa di ossa» tridimensionali.

La postazione di lavoro di Silke Wüst allo Hönggerberg sembra un laboratorio di biologia: nelle cappe da laboratorio ben areate sono presenti microscopio, siringhe, micropipette e piastre di Petri con colture cellulari. Questo è piuttosto insolito per un esperto ingegnere di processi ed è l'argomento del dottorato della Wüst: presso l'istituto di biomeccanica dell'ETH di Zurigo sviluppa processi per la stampa tridimensionale di materiali biologici.

Ossa in laboratorio, anziché protesi

La stampante 3D sta muovendo solo i suoi primi passi, tuttavia comincia a modificare in modo permanente il modo in cui produciamo le cose, anche in medicina. Grazie alle nuove stampanti, in futuro sarà possibile «stampare» protesi in modo rapido ed economico, perfettamente adattate ai pazienti. Gruppi di ricerca di tutto il mondo stanno compiendo un ulteriore passo avanti: stanno combinando il «Tissue Engineering», cioè la coltura di tessuto umano, con le possibilità offerte dalla stampa in 3D. Ossa fragili o mancanti potrebbero essere sostituite da ossa «stampate» e coltivate in laboratorio, al po-

sto delle protesi artificiali. Fino ad ora la procedura è stata la seguente: il ricercatore, tramite una pipetta, inseriva le cellule staminali, ad esempio cellule ossee precedentemente asportate chirurgicamente da un paziente, su una struttura porosa tridimensionale in materiale plastico. Le cellule aderiscono a questa struttura e, con le condizioni ideali, crescono fino a formare un nuovo tessuto osseo e quindi un osso duro e mineralizzato. La Wüst vuole ora semplificare questo processo, «stampando» la struttura insieme alle cellule umane. Ciò avrebbe un importante vantaggio: «In questo modo possiamo collocare le cellule con maggiore precisione sui punti desiderati della struttura e controllare quindi meglio la successiva formazione dell'osso» spiega la Wüst.

Questo è reso possibile dalla stampante 3D, che nel laboratorio della Wüst si trova accanto alla cappa da laboratorio. Si tratta di una cassetta in plexiglas blu grande come una macchina da caffè, dotata di numerose ruote dentate, cinghie trapezoidali e due siringhe, che sono controllabili con precisione millimetrica nelle tre dimensioni tramite un computer.

Viene stampato un cosiddetto idrogel, una sospensione costituita da acqua, diversi sali e da cellule staminali umane. Poiché l'idrogel che la Wüst ha sviluppato in modo speciale per i propri esperimenti alla temperatura ambiente ha la consistenza di un budino, questo per essere stampato deve essere scaldato e reso fluido. Per questo la Wüst ha modificato la stampante 3D dotando le due siringhe di un dispositivo di riscaldamento. Le siringhe sono spostate da un computer e dopo una fase di elaborazione preimpostata vengono guidate lungo gli assi x, y e z. Contemporaneamente il computer controlla anche gli stantuffi delle siringhe e quindi la quantità di idrogel che deve essere applicata in un determinato punto. In questo modo la stampante 3D può realizzare con l'idrogel, strato dopo strato, una forma tridimensionale.

Massima concentrazione per una procedura di stampa perfetta

Ci sono tuttavia molte cose da considerare: il gel non deve superare la temperatura di 42°C, altrimenti le cellule morirebbero. Allo stesso tempo la viscosità deve essere perfetta, affinché la siringa da 300 micrometri non si intasi durante la stampa. L'idrogel, dopo essere fuoriuscito dalle siringhe riscaldate, deve solidificarsi immediatamente, altri-

menti la forma desiderata si fonderebbe nuovamente. Però il gel non deve seccare completamente. Dopo la stampa, le cellule staminali nella struttura ossea stampata vengono stimulate per diversi giorni o mesi a crescere in un'incubatrice con condizioni di temperatura e ambiente ideali. Poiché le due siringhe possono contenere un idrogel con cellule diverse, la Wüst è in grado di stampare anche tessuti più complessi da cellule diverse. Ad esempio canali ramificati con cellule endoteliali che, con le condizioni giuste, possono formare un vaso sanguigno flessibile. Con la tradizionale procedura questo era praticamente impossibile. «Il mio compito principale era di trovare soluzioni per tutte queste sfide tecniche» spiega la Wüst. Per questo serve una comprensione approfondita del processo di stampa 3D, ma anche degli aspetti biologici della cellula. Per questo la Wüst si è spesso confrontata con ingegneri, biologi, farmacisti e scienziati esperti di scienze motorie e dei materiali. «È stato straordinariamente emozionante».

La fase successiva sarà quella di sfruttare il know-how dei biologi. Essi dovranno scoprire in che modo le cellule ossee stampate possano essere stimulate al meglio per la crescita e la formazione del tessuto osseo desiderato.



Ramun Schmid controlla l'impulso di un defibrillatore.



Sulla macchina di assemblaggio i componenti elettronici di un defibrillatore sono collocati su una piastra prima di essere saldati.



Programmare, simulare, analizzare, documentare: l'elaborazione dei segnali comporta molto lavoro al computer.



▲ Un defibrillatore automatico esterno viene attivato.

Algoritmi per il benessere dei pazienti

Ramun Schmid è un tecnico elettronico e ha proseguito la sua formazione fino a diventare ingegnere elettronico. Oggi programma l'elaborazione dei segnali degli strumenti di misura per il monitoraggio di pazienti. Questo aiuta i medici a riconoscere rapidamente i casi d'emergenza.

Già al liceo di Zugo mi ero accorto che le lingue non sono il mio forte, mentre mi trovavo a mio agio con la matematica e la fisica. La scelta di un tirocinio come tecnico elettronico era quindi una scelta ovvia, anche perché sono sempre stato affascinato dalle apparecchiature elettroniche. Ho trovato quindi un posto da apprendista presso la Siemens di Zugo. Mi sono piaciuti soprattutto gli ultimi due anni dell'apprendistato: ho avuto modo di collaborare all'interno dell'azienda e di testare e mettere in funzione apparecchi delle dimensioni di un pugno per il controllo degli edifici. Durante questo periodo mi sono reso conto per la prima volta che la funzionalità principale di molti apparecchi non risiede nello hardware, cioè nella tecnica dell'apparecchiatura stessa, ma nel software cioè la programmazione della sua «vita interna». Fino a quel momento non mi ero interessato particolarmente ai computer. Ma a quel punto capii: per crescere a livello professionale, non avrei potuto tralasciare la programmazione.

Andare al fondo delle cose

Dopo un anno come tecnico elettronico presso la Siemens mi iscrissi agli studi di elettrotecnica presso la scuola universitaria professionale di Rapperswil. All'epoca non avevo un'idea precisa di ciò che mi avrebbe aspettato in quella scuola, ma mi resi subito conto che il corso di studi si basava principalmente oltre che sui fondamenti di fisica e matematica, sulla programmazione dei software. Ciò che suscitò maggiormente il mio entusiasmo fu di intuire per la prima volta tutto ciò che è possibile fare con la tecnica. Ci sono infatti molti settori di specializzazione diversi. Questo lo si può intuire già solo usando un normale telefono cellulare: per creare un apparecchio, costituito da tante singole parti, con il quale è possibile telefonare, navigare in Internet e fare fotografie, è necessario avere conoscenze nell'ambito della matematica, della microelettronica, dell'elettronica ad alta frequenza, della fisica e dell'informatica. Presi uno per uno sono settori vastissimi. Perciò è necessaria la collaborazione di molte persone competenti per

ché un apparecchio come un telefono cellulare alla fin fine funzioni. Queste riflessioni risvegliarono la mia curiosità, che mi spinse a voler andare al fondo delle cose. Per questo dopo il bachelor decisi di frequentare ancora un master della durata di tre semestri, che prevedeva la specializzazione in un determinato settore. Per me era quella dell'elaborazione digitale dei segnali.

Analizzare il ritmo cardiaco tramite algoritmi intelligenti

Analizzare i segnali è in realtà una cosa molto naturale. Attraverso i nostri sensi, che non sono altro che una sorta di sensori, rileviamo continuamente segnali dall'ambiente, ad esempio suoni o stimoli visivi, e li elaboriamo con il nostro cervello. Le apparecchiature tecniche per l'elaborazione dei segnali digitali lavorano in modo molto simile. A tale scopo i sensori sono combinati con software intelligenti. Attualmente io lavoro in questo settore presso l'azienda Schiller di Baar. Produciamo principalmente apparecchi per la rilevazione di elettrocardiogrammi, i cosiddetti ECG. Con essi si misurano nei pazienti i segnali elettrici delle fibre muscolari cardiache. In un gruppo di tre persone, programmo il software che analizza tali segnali di misura e che filtra i segnali non rilevanti. Il

software deve inoltre anche aiutare ad interpretare i segnali, in modo che il medico possa rilevare sullo schermo dell'apparecchiatura ECG preziose indicazioni sulla salute del paziente. Determinati algoritmi matematici ci permettono per esempio di «zoomare» sulla rilevazione dei segnali del battito cardiaco in modo estremamente dettagliato, cosa che un occhio umano non potrebbe mai fare. I nostri algoritmi riconoscono determinate configurazioni che agevolano il medico nel diagnosticare eventuali patologie.

C'è ancora tanto da imparare

Quello che mi piace particolarmente nel mio lavoro è l'interazione tra uomo e tecnica. In teoria, con i modelli matematici possiamo spiegare tutto senza lacune. Tuttavia, non appena le nostre programmazioni si trovano di fronte alla realtà dell'attività ospedaliera quotidiana, improvvisamente molte cose non funzionano più come si pensava. È da un anno e mezzo che lavoro in questo team, ma mi sembra di avere appena cominciato. Specialmente nell'ambito della tecnologia medica serve molto tempo per impraticarsi. In fondo non dobbiamo avere in testa solo la tecnica, ma anche e soprattutto i pazienti. Mi resta sicuramente ancora molto da imparare.

Ah, ecco!

Grazie ai defibrillatori, in caso di emergenza anche tu puoi salvare una vita!



Come funziona un defibrillatore?

La stragrande maggioranza delle persone muore per un attacco di cuore. Solo in Svizzera si contano fino a 10 000 decessi all'anno, circa 25 al giorno. Anche se ne sono colpite principalmente le persone anziane, anche soggetti giovani e in salute possono avere un attacco cardiaco e morire improvvisamente. In quattro casi su cinque l'arresto cardiaco è causato da una fibrillazione ventricolare: il cuore sussulta in modo sordo e non ha più la forza sufficiente per trasportare il sangue attraverso il corpo. Le prime cellule cerebrali cominciano a morire già dopo tre minuti. Trascorsi 10-12 minuti, le possibilità di sopravvivenza sono solo del 2%. Dunque è fondamentale prestare soccorso il più presto possibile.

La fibrillazione ventricolare può essere interrotta solo con un defibrillatore. Tramite due elettrodi applicati al torace, al paziente viene impartita una forte scossa elettrica. Questa stimola la maggior parte delle cellule muscolari cardiache

contemporaneamente, interrompendo la fibrillazione. Il cuore viene per così dire «riavviato» e può nuovamente battere regolarmente.

Fino a qualche tempo fa i defibrillatori potevano essere usati solo da persone formate. Oggi è diverso: i moderni defibrillatori automatici possono essere anche usati da profani. Poiché il tempo è il fattore decisivo in caso di arresto cardiaco, questi apparecchi sono spesso disponibili per casi d'emergenza anche in luoghi pubblici, come aeroporti, stazioni o centri commerciali.

I defibrillatori automatici illustrano ai soccorritori come procedere passo per passo per far funzionare l'apparecchio. Non appena gli elettrodi sono applicati al torace del paziente, l'apparecchio analizza il ritmo cardiaco. Entro pochi secondi riconosce se sono presenti fibrillazioni ventricolari e indica ai soccorritori, in caso di necessità, di rilasciare una scossa elettrica in grado di interrompere la fibrillazione.

www.satw.ch/concorso

Che cosa sai su tecnica e salute?

Che si tratti di tessuti ossei stampati in 3D, di robot che aiutano a camminare o di defibrillatori semplici da usare, le nuove tecnologie sono amiche della nostra salute e ci aiutano a rimetterci in piedi rapidamente dopo un incidente.

Formazione

L'**ETH di Zurigo** ha introdotto nel 2011 il corso di studi «Scienze del benessere e tecnologie», con grande successo. Nel 2012 sono stati 217 gli studenti ad aver scelto questo corso di studi. Dopo ingegneria meccanica e architettura si tratta del corso di studi più scelto dell'ETH di Zurigo. Tra le possibilità di approfondimento ci sono: scienze motorie e sport, tecnologie per la salute, neuroscienze e scienze molecolari per il benessere.

www.ethz.ch/prospectives/programmes/hst/bachelor

L'**EPFL** offre il corso di studi «Sciences et Technologies du Vivant». Il corso sta all'intersezione tra biologia, medicina e ingegneria. La bioingegneria, insieme alle neuroscienze è un approfondimento previsto nel corso di master. La tecnica medica è offerta nel corso di studi in micro-tecnica.

<http://bachelor.epfl.ch/page-5853-it.html>

Vinci un orologio fitness!

Metti alla prova le tue conoscenze e potrai vincere uno dei tre orologi fitness in palio! Con questo orologio potrai controllare la tua frequenza cardiaca e guidare l'intensità dell'allenamento. Il concorso è aperto fino al 1 dicembre 2013.

www.satw.ch/concorso

Diverse **scuole universitarie professionali** offrono una formazione nell'ambito delle Life Sciences. www.orientamento.ch > Formazioni > Scuole e formazioni > Lie Sciences > «Ricerca»

Impressum

SATW Technoscope 2/13, settembre 2013
www.satw.ch/technoscope

Idea e redazione: Dr. Béatrice Miller
Collaboratori di redazione: Dr. Felix Würsten, Samuel Schläfli
Foto: SATW/Franz Meier, Fotolia, Schiller AG, Fondazione svizzera per paraplegici, EPFL.
Foto del titolo: Samantha Paulsen e Silke Wüst, ETH Zurigo, Istituto di biomeccanica

Abbonamento gratuito e ordini supplementari

SATW, Gerbergasse 5, CH-8001 Zürich
E-Mail redaktion.technoscope@satw.ch
Tel +41 (0)44 226 50 11

Technoscope 3/13 uscirà a dicembre 2013.

