

Tecnologia e medicina del sonno: l'actigrafia

La medicina del sonno è una disciplina "scomoda" per la tecnologia.

Il motivo è che lo studio quantitativo del sonno è interessato a misurare tutto dell'individuo, dagli ormoni all'EEG, dalle posizioni del corpo a cosa mangia o beve.

E vorrebbe completare con informazioni sullo spazio circostante come luci, suoni, persone per periodi lunghi anche mesi.

Ovviamente la tecnologia esistente non è mai sufficiente per esaudire le richieste, o per ragioni tecniche o per ragioni economiche, e non lo sarà ancora per molti anni.

L'actigrafia rivela nel nome l'origine storica (grafia- tracciato) e l'indeterminatezza dell'area di ricerca (acti-attività).

Ricorre ormai il centenario di questa disciplina. I primi 50 anni (attorno al 1920 sino agli anni 70) sono pionieristici (1).

La registrazione del movimento nella valutazione del sonno come la conosciamo oggi inizia negli anni 70 e sostanzialmente segue l'andamento tecnologico dell'accelerometria.

Questo perché non si misura il movimento direttamente, ma lo si calcola partendo dalla misura dell'accelerazione tramite un sensore chiamato accelerometro.

Esemplificazione grossolana: se un oggetto fermo aumenta progressivamente la sua velocità di un metro al secondo (accelerazione=1 m/s), dopo 4 secondi avrà raggiunto la velocità di 4 metri al secondo e avrà percorso circa 8 metri (0,5+1,5+2,5+3,5).

Nei dispositivi portatili, al fine di limitare la quantità di dati da memorizzare ed il consumo di energia le metodiche più utilizzate erano il rilevamento dell'intervallo di tempo durante il quale il movimento superava una certa soglia (threshold) oppure il conteggio delle volte che la direzione del movimento si invertiva (zero-crossing).

È solo negli anni 90 che la tecnologia consente una vera e propria registrazione e memorizzazione digitale del segnale proveniente da un accelerometro miniaturizzato.

La tecnologia degli anni 90 era già sufficiente per affrontare lo spazio e molti astronauti hanno indossato un actigrafo al polso durante le missioni.

Una review di riferimento sia tecnico che applicativo si ha nel 2003 (2), assieme all'aggiornamento del 2007 (3).

In questi ultimi anni, abbiamo avuto un ulteriore miglioramento grazie ai telefoni cellulari. In ogni nuovo smartphone del mondo (come iPad o iPhone) c'è almeno un accelerometro miniaturizzato (prodotto alle porte di Milano, perché frutto della ricerca italiana).

La costruzione di milioni di pezzi ha reso l'accelerometro miniaturizzato un prodotto estremamente economico, e quindi utilizzabile in moltissime applicazioni.

Un tipico accelerometro odierno è costruito con tecnologia MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems) e più di uno sono combinati per rilevare il movimento lungo 3 assi ortogonali.

Le dimensioni di un dispositivo MEMS sono inferiori al millimetro ed in questo spazio vengono inseriti sia circuiti elettronici che parti meccaniche.

Per costruire un actigrafo, all'accelerometro occorre aggiungere l'elettronica necessaria per convertire il segnale in un numero, memorizzare i dati e trasmetterli, un orologio che ricordi l'ora in cui il segnale è stato registrato, magari un bottone marca eventi.

E poi energia per far funzionare il tutto.

Anche questi sono problemi comuni a tutti i dispositivi portatili e quindi vi è una intensa ricerca per diminuire le dimensioni e migliorare le prestazioni. Così anche le prestazioni degli actigrafi migliorano ed ora possono essere utilizzati continuamente anche per alcuni mesi.

Un'altra conseguenza della miniaturizzazione e' che aprendo un actigrafo moderno si vede la maggior parte dello spazio occupata dalla batteria, a volte un connettore per il collegamento al computer, un pezzettino di elettronica e molto spazio vuoto.

Ma l'actigrafo e' già piccolo come un orologio da polso sottile e farlo più piccolo non migliorerebbe la portabilità, renderebbe il montaggio dei componenti più difficile e forse il tutto meno affidabile.

Nell'involucro vi è quindi spazio ed energia disponibili per altro: un rilevatore di luce ambientale, un frequenzimetro, un termometro, un display con tastiera, un microfono,...

Inizia a diventare difficile comprare un actigrafo che misuri solo il movimento e troveremo sempre più spesso registratori miniaturizzati che misurano vari parametri, tra cui anche il movimento.

Con l'avvento dei telefoni cellulari sono apparsi strumenti "ibridi" ovvero strumenti che registrano uno o più parametri da trasmettere ad un telefono che funziona come un piccolo computer per l'elaborazione dei dati ed eventualmente per la trasmissione ad un centro medico specializzato. Buona parte dei componenti sono acquistabili: <http://sentimoto.com/technology>, e quindi ne vengono presentati nuovi modelli in continuazione (4).

Il basso costo può portare ad un actigrafo monouso. Non ancora in commercio, ma già divo televisivo: http://vancive.averydennison.com/en/home/newsroom/press-releases/metria_-from-vancive-medical-technologies-to-be-featured-on-lifet.html

Ma la scienza e' una attività umana ancora giovane e l'elettronica appena nella prima infanzia e quindi e' lecito aspettarci cose difficili da immaginare, ad esempio un poligrafo da mangiare.

Non sono abbastanza fantasioso visto che e' già in fase di lancio commerciale:

<http://www.proteus.com/technology/digital-health-feedback-system>.

Così come quello integrato nelle cuffiette del telefono: <http://www.bragi.com>

La memorizzazione del segnale ha dato ovviamente spazio alla ricerca di algoritmi che consentissero l'analisi automatica delle registrazioni e fornissero parametri utilizzabili nella valutazione clinica.

Si e' iniziato nei primi anni 80 e malgrado siano passati circa 30 anni non abbiamo ancora una buona soluzione.

I motivi sono vari. Per quel che riguarda la tecnologia in particolare, uno fondamentale e' che i produttori di actigrafi non collaborano tra loro.

Questo significa che ognuno di loro utilizza l'accelerometro in maniera lievemente diversa e quindi confrontare registrazioni effettuate con strumenti di produttori diversi non e' banale.

Ed anche confrontare registrazioni da modelli diversi dello stesso produttore non e' ovvio.

Da un punto di vista clinico probabilmente l'informazione ottenuta da due registratori e' simile, ma da un punto di vista numerico e' difficile, quando possibile, confrontarle (5).

Penso invece sia possibile raggiungere obiettivi più limitati, come algoritmi finalizzati al calcolo automatico di qualche parametro utile in specifiche patologie in determinati gruppi di pazienti(6).

In conclusione, l'actigrafia nel sonno si prepara a festeggiare il primo centenario in piena fase di diffusione nelle vite di tutti noi.

Note:

- 1) Szymansky J S, Aktivitaet und ruhe bei den menschen, Z Angew Psychol 1922; 20:192-222.
- 2) The Role of Actigraphy in the Study of Sleep and Circadian Rhythms Sonia Ancoli-Israel PhD, 1 Roger Cole PhD, 2 Cathy Alessi MD, 3 Mark Chambers PhD, 4 William Moorcroft

PhD,5 Charles P. Pollak MD6 SLEEP, Vol. 26, No.3, 2003

Disponibile in http://www.aasmnet.org/Resources/PracticeReviews/cpr_Actigraphy.pdf

- 3) Practice Parameters for the Use of Actigraphy in the Assessment of Sleep and Sleep Disorders: An Update for 2007 - Evidence Tables,

Disponibile in <http://www.aasmnet.org/practiceparameters.aspx?cid=120>

4) Per i neonati: <https://www.owletcare.com> , <http://mysensiblebaby.com/>
per adulti: <https://amiigo.com/> ,

https://www.fitbug.com/g/orb?lng=en_UK ,

<http://www.epson.com/cgi-bin/Store/jsp/Landing/pulsense-fitness-sensing-watches.do> ,

<http://www.preventice.com/bodyguardian/howitworks> ,

- 5) The role of actigraphy in the assessment of primary insomnia: a retrospective study
Vincenzo Natale a,†, Damien Léger b, Monica Martoni c, Virginie Bayon b, Alex Erbacci
Sleep Medicine 15 (2014) 111–115

Disponibile in [http://www.sleep-journal.com/article/S1389-9457\(13\)01204-5/fulltext](http://www.sleep-journal.com/article/S1389-9457(13)01204-5/fulltext)

- 6) Validating Actigraphy as a Measure of Sleep for Preschool Children - Marie-Ève Bélanger, B.Sc.1; Annie Bernier, Ph.D.1; Jean Paquet, Ph.D.2; Valérie Simard, Ph.D.3; Julie Carrier, Ph.D.1,2

Disponibile in <http://www.aasmnet.org/jcsm/ViewAbstract.aspx?pid=29035>