

*Sindrome da turbina eolica: una relazione su un esperimento naturale  
(cioè non artificiale e condotto in laboratorio)*

Nina Pierpont, MD, PhD

## *Sommario*

---

20 dicembre 2009

Il contenuto di questo libro è una relazione scientifica su una ricerca originale e pionieristica che riporta e discute i sintomi presentati da individui residenti nelle aree adiacenti a grandi turbine eoliche industriali (1,5–3 MW) erette dal 2004.

I risultati sono stati i seguenti:

- 1) Le turbine eoliche provocano la sindrome da turbina eolica. Lo sappiamo con certezza a causa della manifestazione dei sintomi negli individui che vivono presso le turbine e della scomparsa dei medesimi, se le persone si allontanano da tali aree. Le stesse famiglie oggetto dello studio hanno compreso di doversi allontanare dalle turbine per liberarsi dai sintomi, e nove su dieci si sono trasferite altrove, vendendo o perfino abbandonando la propria casa.
- 2) Non si abbandona la propria casa per un “fastidio”. I sintomi riportati di insonnia, vertigini e nausea non possono essere valutati come semplici “fastidi”.
- 3) Il cluster di sintomi riscontrati negli individui mostra coerenza e ricorrenza, da qui la denominazione “sindrome”.
- 4) I sintomi in questione sono: disturbo e privazione del sonno, emicrania, tinnito (ronzio nelle orecchie), pressione nelle orecchie, stordimento, vertigini, nausea, visione sfocata, tachicardia, irritabilità, problemi di concentrazione e memoria, attacchi di panico associati a sensazioni di movimento o tremori del corpo durante la veglia o il sonno.
- 5) Sia i bambini che gli adulti ne sono affetti. In particolare ne risentono gli adulti più anziani.
- 6) Gli individui con disturbi preesistenti, quali emicrania, sensibilità al movimento o danni alle strutture dell’orecchio interno (come la perdita uditiva provocata dall’esposizione al rumore industriale) mostrano, rispetto agli altri, una maggiore predisposizione alla sindrome da turbina eolica. Questi risultati sono statisticamente significativi ( $p < 0,01$ ).
- 7) I sintomi da sindrome da turbina eolica non sono statisticamente associati all’ansia o ad altri disordini mentali preesistenti.

- 8) Le dimensioni campione di 10 famiglie (38 persone) sono sufficienti ad ottenere dati statisticamente significativi sulla predisposizione o sui fattori di rischio.
- 9) I fattori di sensibilità fanno comprendere quale sia la patofisiologia della sindrome da turbina eolica. Il complesso ricorda le sindromi causate da disfunzione vestibolare (organo dell'equilibrio dell'orecchio interno). Si suggerisce che il meccanismo che la provoca sia da attribuire a disturbi del senso di equilibrio e di posizione, causati da rumore e/o vibrazione, ed in particolare dalle componenti a bassa frequenza di rumore e vibrazione.
- 10) Un'ampia rilettura delle più recenti documentazioni mediche rivela come i segnali neurali collegati all'equilibrio condizionino diverse aree e funzioni del cervello, tra cui la cognizione, la memoria e la risoluzione spaziale dei problemi, la paura, l'ansia, le funzioni autonome (come nausea e battito cardiaco) e l'apprendimento avversivo (vedi oltre). Le connessioni con il sistema nervoso rappresentano la base anatomica e psicologica su cui si sviluppa la sindrome da turbina eolica.
- 11) Nel presente studio è inoltre stata presa in considerazione la documentazione medica e tecnica sulla risonanza del suono o della vibrazione nelle cavità corporee (torace, cranio, occhi, gola, orecchie), data la comparsa di questi effetti nei soggetti studiati.
- 12) Sono inoltre stati esaminati gli studi pubblicati sull'esposizione documentata al rumore a bassa frequenza (sperimentali e ambientali) che dimostrano sugli individui effetti simili o identici alla sindrome da turbina eolica. Uno studio condotto in Germania nel 1996 potrebbe riguardare la stessa sindrome da turbina eolica.
- 13) Si sono inoltre presi in considerazione i recenti sondaggi postali, condotti sugli individui residenti nelle aree vicine alle turbine eoliche in Svezia e nei Paesi Bassi, che dimostrano il forte fastidio provocato dalle turbine eoliche con livelli di rumore molto più ridotti rispetto a quelli del traffico, di treni o aeroplani.
- 14) Si è tenuto conto della documentazione fino ad ora pubblicata sugli effetti del rumore ambientale sulla salute cardiovascolare e sull'apprendimento dei bambini. Per motivi di salute, l'Organizzazione Mondiale della Sanità raccomanda soglie ridotte di rumore notturno che sono oggi osservate in gran parte del mondo, in particolare nel caso di rumore con componenti a bassa frequenza.
- 15) Con la denominazione "sindrome da turbina" eolica si intende una serie di sintomi sufficientemente seri da far allontanare le persone dalle proprie abitazioni, e si stabiliscono i fattori di rischio per la salute, evidenziati da tali sintomi. Questo studio e altri studi presi in considerazione nella relazione indicano che una distanza sicura deve essere di almeno 2 km e oltre per le turbine più grandi e in una topografia più varia. Un'ulteriore ricerca è necessaria per chiarire le cause fisiche e i meccanismi fisiologici, approfondire alcuni altri effetti sulla salute per coloro che vivono nei pressi di turbine eoliche, determinare il numero delle persone colpite ed indagare gli effetti su determinati gruppi di popolazione, quali i bambini. Il finanziamento e la moratoria dei governi sono indispensabili.

Il libro contiene inoltre:

- A) La documentazione completa — le testimonianze e le esperienze di tutti i soggetti inclusi nello studio (compresi i bambini), presentata in formato tabulare.
- B) Una relazione presentata in un linguaggio comprensibile e non scientifico, che illustra gli aspetti tecnici e statistici dello studio, e corredata da immagini.
- C) Recensioni di colleghi (peer reviews) e commenti di ricercatori scientifici e medici docenti universitari.
- D) Introduzione, bibliografia medico-scientifica completa, glossario ed elenco di abbreviazioni.

**NINA PIERPONT, MD, PHD**

# **La sindrome da turbina eolica**

Una relazione su un esperimento naturale

Versione ridotta\*

\*Nina Pierpont è titolare del copyright della versione ridotta. Non è consentita la diffusione o un qualsiasi altro tipo di distribuzione del documento in lingua inglese. È consentita solo la traduzione dall'inglese. Tutti coloro che desiderano eseguire una traduzione di questo documento in una lingua diversa dall'originale dovranno ottenere l'autorizzazione di Nina Pierpont prima di tradurre, diffondere o in altro modo distribuire pubblicamente la suddetta traduzione.

K-Selected Books  
Santa Fe, NM

Copyright © 2009 di Nina Pierpont.

Tutti i diritti riservati.

Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta, integralmente o in parte, incluse le immagini, in qualsivoglia forma (la riproduzione è consentita dalle sezioni 107 e 108 del Copyright Act degli Stati Uniti ad eccezione dei recensori della stampa pubblica), senza previa autorizzazione scritta degli editori. Tale divieto si estende specificatamente alla ricerca libri di Google e qualsiasi altro servizio di ricerca libri.

Progetto grafico di Jordan Klassen in carattere Warnock.

Stampato negli Stati Uniti d'America da King Printing, Lowell, Mass.

**Catalogazione dell'editore nei dati di pubblicazione**

*(Fornito da Quality Books, Inc.)*

Pierpont, Nina.

La sindrome da turbina eolica: una relazione su un esperimento naturale / Nina Pierpont.

p. cm.

Include la bibliografia.

ISBN-13: 978-0-9841827-0-1

ISBN-10: 0-9841827-0-5

1. Apparato vestibolare — patologie. 2. Turbine eoliche — aspetti sulla salute. 3. Sindromi. I. Titolo.

RF260.P54 2009

617.8'82

QBI09-600120

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

## *La sindrome da turbina eolica: una relazione su un esperimento naturale*

### Versione ridotta per traduzione

Il testo originale in inglese di *La sindrome da turbina eolica*, è un libro in tre parti (comprendente un capitolo introduttivo, un elenco di abbreviazioni, la bibliografia, relazioni di riferimento e altri commenti) che si compongono di:

**Una Relazione Per Medici**, di taglio scientifico che riporta dati originali e di prima mano, la loro analisi e la discussione della documentazione clinica e scientifica con la bibliografia completa.

**La Documentazione** dei dati delle interviste e le dichiarazioni dei soggetti studiati prima, durante e dopo l'esposizione alle turbine eoliche, in un ordinato formato tabulare.

**Una Relazione Per Non Specialisti**, in cui la ricerca e la discussione vengono ripresentate in un linguaggio semplice e senza matematica. In questa sezione non ci sono note bibliografiche, ma vengono chiariti i concetti basilari, i metodi e le analisi sono trattati più in breve e la discussione sulla letteratura scientifica è ridotta.

La versione ridotta destinata alla traduzione contiene solo **La Relazione Per Non Specialisti**, le relazioni di riferimento e altri commenti. Alcuni brevi estratti del capitolo introduttivo e della **Relazione Per Medici** sono integrati nella versione ridotta, ma sono privi di bibliografia.

La traduzione della versione ridotta non è dunque sufficiente per studiosi, medici, e avvocati, ma funge esclusivamente da introduzione alla relazione e alla bibliografia originali in lingua inglese.

**La Relazione Per Non Specialisti** Ho scritto la relazione per "non addetti ai lavori" per rendere la ricerca più accessibile a chiunque, dalle persone affette da sindrome da turbina eolica ai funzionari locali coinvolti nei dibattiti sulle autorizzazioni. Questo è lo scopo previsto anche per le traduzioni in lingue straniere.

## COMMENTI E RECENSIONI

“Straordinario, interessante e importante.”

—ROBERT M. MAY, PhD, Professor Lord May of Oxford OM AC Kt FRS. Presidente della Royal Society (2000–05), Capo dei consiglieri scientifici del governo britannico (1995–2000). Lord May è uno dei maggiori esponenti della ricerca sul riscaldamento globale ed è considerato un pioniere della ricerca epidemiologica.

“La Dott.ssa Pierpont ha definito clinicamente un nuovo gruppo di individui che reagisce a basse frequenze, cioè a forze di ampiezze relativamente elevate che condizionano il sistema sensorio ed altri sistemi dell’organismo. Le sue rigorose osservazioni cliniche sono compatibili con le relazioni sugli effetti deleteri dell’infrasuono sugli esseri umani, e comprendono (ma non sono limitati a questi) anche gli effetti sonar a bassa frequenza sui sommozzatori. Ci sono particolari patologie (come ad esempio le rotture dei canali semicircolari superiori) che potrebbero spiegare parte della relazione sui sintomi clinici della Dott.ssa Pierpont, tuttavia queste condizioni sono relativamente rare e non possono spiegare tutti i casi da lei osservati”.

“La perspicace raccolta di osservazioni della Dott.ssa dovrebbe dare inizio a una ricerca d’indagine controllata, basata su più siti e condotta da più istituzioni.”

—F. OWEN BLACK, MD, FACS, Primo ricercatore e Direttore della ricerca neuro-otologica presso Legacy Health System, Portland, Oregon. Il Dott. Black è considerato uno dei maggiori ricercatori e uno degli specialisti più all’avanguardia degli Stati Uniti, nel campo della ricerca sull'equilibrio e sull'orientamento.

“Come è successo a numerosi pionieri della medicina che hanno esposto le debolezze dell’ortodossia contemporanea, la Dott.ssa è stata oggetto di denigrazione e critiche. La pubblicazione di questo importante documento è un tributo alla sua forza di carattere e alla sua convinzione. Il resoconto dettagliato dei danni causati dal rumore delle turbine eoliche offre un robusto fondamento per la ricerca futura. Una lettura obbligatoria per tutti i progettisti che lavorano agli impianti eolici.”

—CHRISTOPHER HANNING, MD, FRCA, MRCS, LRCP. Il Dott. Hanning, è il fondatore della British Sleep Society, uno dei maggiori specialisti e ricercatori nel campo del sonno. Ha di recente lasciato il suo incarico di Direttore della Sleep Clinic and Laboratory presso il Leicester General Hospital, uno dei più grandi centri britannici per lo studio dei disturbi del sonno, per raggiunti limiti di età.

“Questo libro è eccezionale. Personale ed appassionato, è una lettura coinvolgente, ma è molto di più: è anche autorevole, meticoloso e scientifico. Le descrizioni anatomiche, fisiologiche e patofisiologiche di come il rumore condiziona la salute vengono colte con precisione. Questo libro rappresenta l’opera più significativa nel campo di questa ricerca.

“Oltre ai dettagliati resoconti clinici della Dott.ssa Pierpont, si moltiplicano le dimostrazioni di effetti negativi sulla salute in Giappone, Nuova Zelanda, Regno Unito, Stati Uniti e Canada. Esistono all'incirca 357 organizzazioni in 19 diversi paesi europei che sollecitano un'inchiesta dell'Unione Europea sulla salute e sui molti altri effetti negativi prodotti dagli impianti eolici. Come minimo L'Unione Europea dovrebbe dimostrare saggezza e consultare la Dott.ssa Pierpont.

“Tutti i professionisti nel campo della medicina, e in particolare quelli coinvolti nella pratica clinica, dovrebbero leggere questo libro. Si deve solo sperare che i politici e gli strateghi politici ad ogni livello prendano coscienza delle serie conseguenze derivanti da decisioni frettolose nell'ambito della cosiddetta energia pulita”.

—ROBERT Y. McMURTRY, MD, FRCS (C), FACS. Ex Decano presso la facoltà di Medicina e Odontoiatria presso la Schulich School of Medicine & Dentistry, University of Western Ontario. Il Dott. McMurtry vanta una lunga e distinta carriera nella politica sanitaria canadese a livello federale e provinciale, è inoltre Viceministro aggiunto e fondatore della Population and Public Health Branch of Health Canada e attualmente è membro dell'Health Council of Canada.

“La Dott.ssa Pierpont ha creato un libro eccezionale e autorevole. Eccellente nella presentazione di dati concreti e nella considerevole chiarezza.

“Mi auguro davvero che i risultati raggiunti, presentati come inconfutabile ricerca sottoposta alle recensioni di rinomati colleghi, giunga all'attenzione di persone influenti in grado di ampliare la base di ricerca e di influenzare la politica di gestione della sindrome da turbina eolica”.

—JACK G. GOELLNER, Direttore emerito, The Johns Hopkins University Press (la casa editrice universitaria più antica degli Stati Uniti, fondata nel 1878). Nel corso della sua carriera di direttore presso la JHUP, Goellner è divenuto famoso a livello internazionale, noto, tra l'altro, per le sue pubblicazioni mediche.

“La Dott.ssa Pierpont ha dato un importante contributo al dibattito sulle turbine eoliche, che non dovrebbe essere solamente condotto tra sostenitori e oppositori dell'energia rinnovabile, ma piuttosto dalla comunità di coloro che desiderano un paese responsabile al livello ambientale. Lo possiamo e lo dobbiamo fare”.

—COMITATO EDITORIALE DI *THE INDEPENDENT* (GB), agosto 2, 2009

# La relazione in un linguaggio semplice per non specialisti

## Compendio e contesto

Ho intervistato 10 famiglie residenti nelle aree adiacenti a grandi turbine eoliche (1,5–3MW), tutte erette dal 2004, per un totale di 38 individui, inclusi neonati e 75enni. I sintomi mostrati hanno fornito un cluster (sono cioè diffusi e ricorrenti in tutto il gruppo di individui studiati).

- 1) Sonno disturbato
- 2) Eemicrania
- 3) Tinnito (ronzio nelle orecchie)
- 4) Pressione delle orecchie
- 5) Vertigini (nel senso generico, inclusi stordimento e sensazione di quasi svenimento, ecc.)
- 6) Vertigini (nel senso clinico, cioè sensazione di rotazione o movimento della stanza)
- 7) Nausea
- 8) Visione sfocata
- 9) Tachicardia (battito cardiaco accelerato)
- 10) Irritabilità
- 11) Problemi di concentrazione e memoria
- 12) Attacchi di panico associati a sensazione di pulsazione e tremori interni, durante la veglia o il sonno.

I membri di queste famiglie hanno notato la comparsa dei sintomi in seguito all'attivazione delle turbine nei pressi delle loro abitazioni e ne hanno constatato la scomparsa ogni qualvolta si allontanavano. Al ritorno a casa, i sintomi si manifestavano di nuovo. Otto delle 10 famiglie si sono alla fine spostate altrove, perché troppo disturbate dai sintomi e, in alcuni casi, hanno abbandonato le proprie abitazioni.

La conclusione finale della mia ricerca è dunque che le turbine eoliche provocano la sindrome da turbina eolica. Lo dimostro nel modo appena descritto, dettato dal buon senso.

Chiariamo subito un punto. Non tutti coloro che abitano nelle vicinanze delle turbine eoliche presentano questi sintomi. Essendo una ricercatrice singola e senza finanziamenti, non ho potuto raccogliere il numero di campioni necessario per calcolare statisticamente quali

percentuali di persone e a quali distanze accusano questi sintomi. Questo sarà un argomento da affrontare in seguito. Tuttavia sono riuscita a prendere in considerazione la questione del perché alcune persone sono sensibili ed altre no, e a indagare su chi è sensibile. Ho usato questi dati per indagare la *patofisiologia della sindrome da turbina eolica* (cosa accade all'interno dell'organismo per provocare questi sintomi specifici).

Vorrei che i lettori esaminassero questo studio, le dettagliate testimonianze da me raccolte dagli individui residenti vicino a turbine e la loro anamnesi, in modo da essere in grado di valutare se queste persone possano essere esposte alle turbine.<sup>1</sup>

Ho provato che, senza dubbio, gli individui affetti da emicranie, sensibilità al movimento (quali mal d'auto o mal di mare) o danni dell'orecchio interno preesistenti sono particolarmente vulnerabili a questi sintomi.

Eguale importante è la dimostrazione che individui affetti da ansia o da altri preesistenti problemi mentali sono scarsamente predisposti.

Tutto ciò contraddice la documentazione dell'industria eolica che attribuisce la comparsa dei sintomi in persone ansiose o che, in qualche modo, sono contrari ad avere turbine nei pressi della loro abitazione. Dimostrerò che è una vera assurdità.

Questo è quel che succede, da quanto si deduce dagli indizi da me raccolti. *Il rumore o la vibrazione a bassa frequenza ingannano il sistema di equilibrio del corpo e lo inducono a pensare che si stia muovendo.* Come capita con il mal di mare. È fondamentale comprendere il sistema dell'equilibrio umano come un sistema complesso, con il cervello come organo centrale che riceve segnali nervosi da orecchi interni, occhi, muscoli, articolazioni e all'interno del torace e dell'addome. Poiché sono coinvolti gli occhi, anche il disturbo visivo del passaggio dell'ombra delle pale peggiora il disturbo dell'equilibrio.

Ripeto questo concetto, perché è di fondamentale importanza. *Il rumore o la vibrazione a bassa frequenza ingannano il sistema di equilibrio del corpo e gli fanno credere che si stia muovendo.* Che ne dite? Non troppo in fretta! La ricerca degli ultimi 10 anni dimostra in modo inconfutabile che *il modo in cui il corpo registra l'equilibrio e il movimento, influenza direttamente una serie di funzioni cerebrali.*

Come? Attraverso dei legami neurologici diretti che collegano gli organi dell'equilibrio a diverse funzioni del cervello, solo apparentemente separate.

Desidero ripetere questo concetto in altre parole, perché è fondamentale per la discussione all'interno di questa relazione. *Il modo in cui il corpo percepisce l'equilibrio e il movimento influenza a sua volta una moltitudine di funzioni cerebrali, che all'apparenza potrebbero sembrare completamente distinte.* Come già menzionato, questi sono i risultati della ricerca più recente "sull'equilibrio", in particolare della ricerca sull'equilibrio, associata alla ricerca psichiatrica, neurologica e cognitiva.

Incidentalmente, gli esperti in questo tipo di ricerca sono denominati *otoneurologi* (Europa) e *neurotologi* (Stati Uniti), dalla radice *oto*, cioè orecchio, e *neuro*, cioè cervello.

---

1. Vedere Nina Pierpont, *La sindrome da turbina eolica: una relazione su un esperimento naturale* (Santa Fe, NM: K-Selected Books, 2009), 294 pp., per la relazione integrale (in lingua inglese).

Quali sono le funzioni cerebrali apparentemente distinte che vengono condizionate dalla nostra percezione di equilibrio e movimento?

- 1) *Movimenti muscolari automatici o di riflesso.* Sono i noti riflessi vestibolo-oculari, che compensano automaticamente i movimenti degli occhi con i movimenti della testa e i riflessi vestibolo-collici e vestibolo-spinali, che regolano dinamicamente il tono muscolare del collo e del dorso per mantenere la postura durante il movimento.
- 2) *Stato di vigilanza,* vale a dire attenzione, allerta e risveglio.
- 3) *Processo spaziale e memoria.* Il processo spaziale comporta il ragionamento basato sulle immagini o sugli schemi che utilizziamo costantemente per:
  - a) immaginare le cose
  - b) ricordare dove sono le cose e dove sono situate
  - c) ricordare come raggiungere un luogo
  - d) comprendere il funzionamento delle cose
  - e) immaginare il risultato che vogliamo ottenere
  - f) decidere come assemblare o riparare qualcosa
  - g) determinare quale siano l'ordine e i tempi più efficienti per eseguire qualcosa (ad esempio come lavorare in cucina, in fattoria, in barca da pesca o sbrigare una serie di commissioni)
  - h) ricordare l'obiettivo quando si giunge in un luogo (ad esempio commissioni da fare in città)
  - i) comprendere concetti matematici, e
  - j) molti altri tipi di ragionamento critico.
- 4) *Manifestazioni fisiologiche di paura,* vale a dire palpitazioni cardiache, elevata pressione sanguigna, sudorazione, nausea, tremori e iper-vigilanza.
- 5) *Apprendimento avversivo.* Si tratta di un tipo di apprendimento riflesso la cui funzione è garantire che persone e animali evitino delle cose potenzialmente dannose. Un esempio classico sia per umani che per animali è il vomito dopo aver ingerito un certo tipo di cibo. In seguito, si tende ad evitare quel particolare cibo per lungo tempo, anche se non è stato la causa del vomito e se è accaduto una sola volta (ricordate questa esperienza da bambini?). Questo tipo di apprendimento è talmente incisivo e automatico che anche l'ambiente associato a questa esperienza può innescare una sensazione di nausea, come ad esempio l'odore o la vista di un particolare cibo o persino avvicinarsi allo stesso ristorante. Si tratta di un antico

riflesso evolutivo, destinato ad impedire a mammiferi e uccelli l'ingestione di sostanze tossiche (con risvolti particolarmente interessanti nell'evoluzione della farfalla, ma quella è un'altra storia). L'aspetto importante è la programmazione biologica che ci porta ad evitare le cose che ci nauseano.

*Bene. Contrazioni muscolari degli occhi, collo e colonna vertebrale, lo stato di allerta/veglia, il processo spaziale e la memoria, le manifestazioni fisiologiche della paura e dell'apprendimento avversivo.* Queste cinque funzioni cerebrali sono profondamente condizionate dalla sensazione di equilibrio e movimento. Tutte e cinque sono perturbate se il senso dell'equilibrio è compromesso.

Torniamo alle turbine eoliche. Consultando online un qualsiasi articolo di giornale sulla sindrome da turbina eolica si noterà quasi invariabilmente che alcuni dei commenti ridicolizzano l'intero concetto per l'ovvia ragione che è impossibile immaginare un collegamento tra una così ampia gamma di problemi di salute (memoria insufficiente, elaborazione spaziale, ansia, paura, panico e apprendimento avversivo) e le turbine eoliche. "Assurdo! Naturalmente - continua l'intelligente blogger - la manifestazione di questi sintomi è il frutto dell'immaginazione delle persone che vivono presso le turbine (probabilmente perché non amano quelle insopportabili macchine) ed il medico che prende seriamente questi disturbi (in questo caso io) è un profittatore e un imbrogliatore".

A questo rispondo: chiaramente gli autori di queste perle di logica non sono né neurobiologi né medici e non sono nemmeno affetti dai sintomi che inequivocabilmente numerosi individui riportano all'ombra (per così dire) delle turbine eoliche industriali.

Torniamo alla medicina vera e propria. I sintomi di cui sopra si verificano *perché gli esseri umani sono programmati biologicamente per mostrare questa precisa costellazione di sintomi quando i loro sensori di equilibrio e movimento vengono disturbati*, come accade a numerosi individui residenti nelle vicinanze di turbine eoliche.

È importante sottolineare che questi sintomi non sono psicologici (cioè frutto dell'immaginazione), ma neurologici. Coloro che ne vengono colpiti non sono in grado di controllare la propria reazione alle turbine, essa avviene automaticamente. Non si possono innescare o bloccare questi sintomi.

Dobbiamo sottolineare il fatto che *i segnali di equilibrio sono l'unico tipo di segnali sensori che non possono essere ignorati*. Si può ignorare ciò che si vede e si sente, ma non quello che proviene dal senso di equilibrio. Potete anche chiamare questo fatto una "legge di natura".

Che cosa ci fornisce il senso dell'equilibrio? Bella domanda. L'equilibrio ha origine da una combinazione di segnali. Vorrei riformulare il concetto: l'equilibrio ha origine *da un gruppo di segnali provenienti da diversi organi del corpo*, tra cui l'orecchio interno.

Stop! Qui dobbiamo illustrare l'anatomia dell'orecchio interno, poiché è fondamentale per comprendere la sindrome da turbina eolica.

Iniziamo con lo strano lembo di pelle al lato della testa, che serve a sostenere gli occhiali e gli orecchini. Non si tratta dell'orecchio esterno, ma della pinna (i pugili acquisiscono una pinna a cavolfiore). L'orecchio esterno è il punto in cui si inseriscono i cotton fioc e dove un bambino di due anni infila le perline e altri tesori. È dove c'è il cerume e dove l'acqua resta

imprigionata dopo la doccia ed è necessario farla uscire. L'orecchio esterno è una tasca cieca che termina con il timpano che sigilla la tasca all'estremità interna.

Poi arriva l'orecchio medio, tra il timpano e la finestra ovale, il punto in cui si verificano le infezioni dei bambini piccoli (mamme, ricordate tutte le volte che vi siete recate dal medico con Johnny e vi è stato detto: "Sì, Johnny ha un 'infezione dell'orecchio". Tutto questo dopo che Johnny si era svegliato strillando in piena notte e in seguito a tre giorni di raffreddore). L'orecchio medio è aperto all'aria attraverso la tuba d'Eustachio dal retro della gola (dietro il naso).

L'orecchio medio racchiude tre eccezionali ossicini: incudine, martello e staffa, che sono concatenati. L'incudine, il martello e la staffa trasmettono l'energia del timpano vibrante all'orecchio interno.

Qui arriviamo al punto. L'orecchio interno (o labirinto membranoso) comprende la coclea, i canali semicircolari (che ricorderete dalle lezioni di biologia della scuola superiore) e i cosiddetti organi otolitici (che sicuramente non ricorderete dalle lezioni di biologia).

Gli organi otolitici sono essenziali per capire la sindrome da turbina eolica e comprendono due piccole sacche membranose, l'utrículo e il sacculo, che sono attaccate alla coclea (l'organo membranoso a spirale che traduce l'energia meccanica sonora in segnali nervosi) e ai canali semicircolari (organi membranosi che creano un semicerchio in ognuno dei tre piani di movimento: avanti in verticale, di lato in verticale e orizzontale, trasmettendo l'accelerazione angolare: quando la vostra testa annuisce o si gira, se ne accorgono).

Inclusi nei due organi otolitici ci sono, credetelo o no, dei sassi (*oto* = orecchio e *lita* = sasso. Ricordate l'insegnante quando diceva che avevate la testa piena di sassi?). Certo, non proprio dei sassi, ma dei cristalli microscopici di carbonato di calcio (come calcite o guscio di ostrica) denominati otoconia, aggregati in massa su un gruppo di cellule ciliate (macula) che rilevano il movimento. Il peso e la massa di questi sassolini permettono alle cellule ciliate di percepire la gravità e l'accelerazione lineare.

Ora viene veramente il bello. Immaginate Dio "con queste grandi mani da scultore mentre sfoglia le pagine del libro scuro degli inizi", mostrandoci il modello dei canali semicircolari e degli organi otolitici.<sup>2</sup> Le strutture sono fondamentali per il funzionamento del cervello e vengono condivise da pesci, anfibi e dai (cosiddetti) vertebrati superiori. Sì le abbiamo anche noi. In ognuna di queste creature questi organi assolvono una funzione, non solo più antica di quanto la mente possa comprendere, ma anche talmente profonda che è arrivata a definire cosa sia la mente stessa (nota: nei mammiferi la coclea, l'organo utilizzato per l'udito, si è evoluta molto più tardi).

Siamo alla presenza della principale chiave della mente dei mammiferi (non solo dei mammiferi, ma dell'intero mondo dei vertebrati). Ebbene, cari lettori, è proprio la chiave principale che viene ingannata dal rumore a bassa frequenza dell'imponente turbina eolica che gira fuori della vostra finestra.

---

2. Rilke, Rainer Maria. 1991. "The Angels," trans. Snow. *The Book of Images: A Bilingual Edition*, rev. ed. North Point Press, New York, p. 31.

Ci troviamo alla presenza di strutture anatomiche davvero antiche, di molti milioni di anni. Pesci, anfibi e vertebrati "superiori" possiedono tutti canali semicircolari e organi otolitici.

Considerate questo aspetto. Il pesce teleosteo, come il merluzzo, ascolta attraverso i propri organi otolitici, che sono dei rilevatori del suono e della vibrazione, il movimento dei predatori o delle prede vicine. Gli organi otolitici percepiscono anche la forza di gravità (da che parte arriva) e l'accelerazione (se il pesce si muove o si gira). Gli organi otolitici del merluzzo atlantico sono così sensibili alle perturbazioni dell'acqua causate da infrasuono (a 0,1 Hz o un'onda ogni 10 secondi) da renderlo capace di utilizzare i suoni sismici provenienti dalla Dorsale medio-atlantica o il suono delle onde che si frangono su coste lontane, a centinaia di miglia di distanza, per guidarlo durante la migrazione.

Considerate inoltre questo. Nelle rane, il sacco (uno degli organi otolitici) è la parte dell'orecchio più sensibile alle vibrazioni trasmesse dal substrato. Entrambi, il sacco e la papilla basilare (la parte dell'orecchio della rana evolutasi più tardi), percepiscono il suono e la vibrazione con il sacco che è capace di catturare le frequenze più basse, e con la papilla che percepisce quelle più alte.

L'idea che i nostri organi otolitici erano in origine rilevatori di suono, vibrazione e suono a bassa frequenza, e in più percepivano la gravità e il movimento del corpo, è importante come base su cui lavorare. Gli organi otolitici umani hanno conservato alcune di queste funzioni: reagiscono infatti al rumore o alla vibrazione mediante l'invio di segnali vestibolari.

Se stimolati da uno scatto rumoroso o da un suono improvviso, gli organi vestibolari umani normali innescano un riflesso specifico e misurabile: un segnale elettrico ai muscoli frontali del collo (denominato "potenziale miogenico evocato vestibolarmente" o VEMP). Fatemi ripetere questo concetto con altre parole, perché è importante: un rumore, che raggiunge l'orecchio senza alcun movimento della testa o del corpo, innescava una catena di eventi rapida (neurale) che cambia il tono muscolare del collo. Il segnale del muscolo del collo fa parte del riflesso vestibolo-collico. Lo scopo del riflesso vestibolo-collico è stabilizzare la testa durante il movimento del corpo e della testa. *Un rumore, anche se si tratta di un rumore forte e caratteristico, innescava una catena di riflessi di eventi e dimostra che il sistema vestibolare pensa che la testa e il corpo si stiano muovendo, anche se in realtà non lo fanno. Ebbene sì, ciò succede in esseri umani normali, sani e adulti (costruttori di impianti eolici mi state leggendo?)*

Il rumore però non arriva solamente attraverso l'aria, il timpano e l'orecchio medio. Le vibrazioni o il suono, trasmessi attraverso le ossa, raggiungono l'orecchio interno direttamente attraverso l'osso che struttura l'orecchio interno. Per simulare questa condizione negli esperimenti o durante un esame clinico, un oggetto vibrante viene appoggiato sulla pelle sopra l'osso mastoideo dietro l'orecchio. Quando un segnale è trasmesso attraverso le ossa è necessaria meno energia (livello di decibel ridotto) per innescare la risposta vestibolare che non quando il segnale arriva all'orecchio medio attraversando l'aria. Inoltre la conduzione attraverso le ossa funziona meglio a frequenze di suono o vibrazioni più basse.

Sensazionale! *Nel 2008 è stato dimostrato che il normale sistema vestibolare umano ha una sensibilità simile a quella dei pesci e delle rane a vibrazioni di bassa frequenza.*

Nell'esperimento, un'asta vibrante è stata appoggiata sulla pelle, sopra l'osso mastoideo, utilizzando una forza attentamente calibrata. I soggetti sono stati in grado di percepire le vibrazioni come suoni e i ricercatori hanno rilevato la risposta vestibolare misurando i segnali

elettrici provenienti dai muscoli oculari dei soggetti. È interessante notare che questa risposta mostra un distinto picco di sintonizzazione a 100 Hz, e dimostra che c'è una maggiore risposta muscolare oculare vestibolare a 100 Hz che a frequenze maggiori o minori (per confronto, 100 Hz equivale a Sol-Sol#, un'ottava e mezza più bassa di Do medio, cioè i tasti 23–24 del pianoforte). *Con questa nota la vibrazione produce ancora un responso vestibolare misurabile (segnali elettrici del muscolo oculare) anche quando l'intensità della vibrazione era talmente ridotta che i soggetti non potevano percepire più i suoni. In effetti, la potenza della vibrazione che ha prodotto una risposta vestibolare era solo il 3% della potenza che i soggetti erano in grado di udire (15 dB più bassi).*

Ciò significa che alcune parti degli organi vestibolari dell'orecchio interno sono più sensibili alle vibrazioni o al suono di quanto non lo sia la coclea. Gli autori di questo studio ritengono che sia l'utricolo, uno dei due organi otolitici, alcune speciali cellule ciliate, sensibili alla vibrazione, e le fibre nervose che si trovano tra altre cellule ciliate nell'utricolo e in altri organi vestibolari.

Il fatto è sorprendente (e sarebbe stato un'eresia se non fosse stato dimostrato con un esperimento ben congegnato). Negli ultimi 70 anni infatti è stato considerato un principio del vangelo che se una persona non riesce a sentire un suono, questo è troppo debole per essere percepito o registrato da qualsiasi altra parte del corpo. Ora possiamo eliminare questo principio, perché è risultato sbagliato. (ciò significa che anche l'uso di misurazioni di pesatura A negli studi del rumore ambientale è superato).

E scenda il silenzio,  
che attraverso i canali dell'orecchio,  
possa scorrere come un fiume  
il suono ondeggiante del mare.

—da W. H. Auden, "Look, Stranger"

Torniamo a parlare di che cosa genera il senso dell'equilibrio. Ho detto che l'equilibrio deriva da una combinazione di segnali e ho appena spiegato in quale modo alcuni di essi hanno origine nell'orecchio interno. Oltre all'orecchio interno, anche gli occhi inviano al cervello segnali di movimento e di posizione. I muscoli e le articolazioni di tutto il corpo si comportano in modo simile, coinvolgendo i cosiddetti recettori "di stiramento", che comunicano dove ci troviamo nello spazio.

Infine, il corpo mantiene l'equilibrio mediante i (recentemente scoperti) recettori di pressione e di stiramento nel torace e nell'addome. Questi piccoli recettori si avvalgono di vari organi, tra cui i vasi sanguigni e il sangue in essi contenuto, e li usano come pesi o masse per percepire l'orientamento del corpo in presenza della forza di gravità e in altre forme di accelerazione.

Queste informazioni forniscono il contesto ideale per lo studio dei disturbi causati dalle turbine eoliche. Generalmente l'industria eolica considera assurdi questi disturbi (come l'industria del tabacco che ha negato i problemi di salute legati al fumo). Coloro che lavorano nell'industria eolica tuttavia non sono né medici, né persone che soffrono della sindrome da turbine eoliche.

Spero che la ricerca scientifica sia presto in grado di rilevare e collegare ai sintomi, in tempo reale, il rumore e la vibrazione subudibile e udibile delle turbine eoliche che si manifestano negli individui, vale a dire durante il manifestarsi dei sintomi (ciò è stato fatto per simili disturbi in casi già pubblicati, come si vedrà in seguito).

Per il momento, metto intanto a disposizione la mia relazione come studio pilota.

È importante capire che la sindrome da turbina eolica non corrisponde alla malattia vibro-acustica. Desidero ribadire questo concetto poiché spesso nei media questi disturbi sono confusi e considerati come uno solo. I meccanismi sono differenti e le ampiezze del rumore sono indubbiamente diverse.

Come spiegazione, si propone che la sindrome da turbina eolica sia un fenomeno sensorio e neurologico mediato dal sistema vestibolare, come si è definito in precedenza. Si ipotizza invece che la malattia vibro-acustica venga causata da danni ad una varietà di organi che creano un ispessimento delle strutture di supporto ed altre alterazioni patologiche. L'agente sospetto è il rumore a bassa frequenza ad alta ampiezza (alta potenza o intensità). Il mio studio non è per ora (vedi protocollo di studio) in grado di dimostrare se l'esposizione alle turbine eoliche provochi i tipi di patologie presenti nella malattia vibro-acustica. Vi sono tuttavia somiglianze che potrebbero essere oggetto di un'ulteriore indagine medica, in particolare in relazione all'asma e alle infezioni delle vie respiratorie inferiori.

Passando a un altro argomento, mi è stato chiesto se la sindrome da turbina eolica potesse derivare da campi magnetici o elettrici. Non ho alcun motivo di pensarlo. Fin dal 1979 sono state condotte numerose ricerche epidemiologiche sui campi magnetici e sulla salute, confrontando persone non esposte con persone che risiedevano vicino a cavi ad alta tensione o che lavoravano negli impianti elettrici o in altre industrie in cui il campo magnetico era probabilmente elevato. Il complesso di dati ottenuti con questa ricerca non ha dimostrato che l'esposizione ai campi magnetici possa provocare il cancro nei bambini o negli adulti, patologie cardiache o psichiatriche, demenza o sclerosi multipla. Dopo trent'anni di ricerca, non esiste ancora alcuna prova sperimentale accertata di meccanismi fisiologici sugli effetti dei campi magnetici fino ad ora ipotizzati.

Ciò rende difficile eseguire studi epidemiologici, poiché i ricercatori non sanno quale esposizione sia da prendere in considerazione nello studio o che periodo di esposizione possa essere significativo (ad es. la scorsa settimana o cinque anni fa). È stato dimostrato che esiste una connessione tra l'esposizione al campo magnetico dei lavoratori generici e la sclerosi laterale amiotrofica (SLA), una patologia neurodegenerativa, dovuta molto probabilmente alla elevata frequenza di scariche elettriche in questi ambienti e non ai campi magnetici. Le affermazioni che le irregolarità di potenza e di frequenza nelle correnti alternative usate nelle abitazioni (la cosiddetta "elettricità sporca") creino un'ampia serie non specifica di problemi medici, dall'ADHD ad eruzioni cutanee, diabete e cancro, non sono affatto fondate e non presentano alcun meccanismo biologico plausibile.

## Introduzione allo studio pilota e nozioni di base

Chi produce turbine afferma che sono silenziose, non più rumorose di un frigorifero di casa. Con questa affermazione, ovviamente falsa, riescono a convincere facilmente le

amministrazioni locali che erigere turbine a meno di 100 m di distanza dalle abitazioni e, in molti casi, quasi nel cortile di casa, non è un problema.

In altre parole, i problemi causati dalle turbine, sono provocati dall'industria che le produce. Praticamente non esistono norme governative.

È questo è il momento in cui il mio telefono comincia a squillare (e arrivano e-mail). Persone che mi contattano da tutto il mondo per dirmi, spesso con voce rotta dall'emozione, di non aver dormito bene (se non affatto) da quando le turbine erano state erette a circa 460 metri (e oltre) dalla porta posteriore della propria abitazione. Non si tratta di sola insonnia, ma, nuovamente, di un'intera serie di problemi di salute, sorti da quando le turbine sono state attivate nel campo vicino.

Ho ascoltato per oltre 4 anni, le lamentele di persone che descrivevano sintomi, notevolmente simili da una persona all'altra. Sintomi simili e, spesso, debilitanti che, come presto ho iniziato a rendermi conto, sembrano indicare che il sistema di equilibrio delle persone venisse disturbato.

Ho capito che era necessario definire su basi cliniche il modo in cui le persone si ammalano vivendo vicino alle turbine. Ho pensato che se i sintomi dovessero formare un cluster coerente, saremmo in una posizione migliore per comprendere:

- a) la causa precisa
- b) il numero di persone colpite
- c) gli individui predisposti
- d) i metodi di controllo e prevenzione

Questo è divenuto il mio obiettivo: comprendere la patofisiologia del cluster patologico descritto da tutti.

È tuttavia immediatamente sorto un problema. I produttori si concentrano sul rumore, e assoldano un esperto di acustica per far misurare i livelli di rumore (tra l'altro, ci sono diversi metodi di elaborazione dei dati di misurazione). L'esperto poi scrive una relazione che dice:

- a) le turbine emettono tot dB di rumore
- b) da quanto è convenzionalmente noto sull'acustica, si sostiene che questa gamma di dB non crea problemi
- c) di conseguenza si conclude che queste persone stanno simulando i sintomi
- d) questione chiusa

Rovesciamo il concetto: dobbiamo iniziare con c) *sintomi* e non con a) *livello di rumore*. I sintomi sono simili e ricorrenti tra tutte le persone colpite, in Inghilterra, in Canada o altrove. Inoltre, il cluster sintomatologico rispecchia i meccanismi clinici conosciuti. Nessun mistero.

Da questo si deduce che il cluster di sintomi diviene (e deve necessariamente divenire) il punto di riferimento principale.

Nella misurazione del rumore è necessario raccogliere dati più dettagliati in modo da essere in grado di definire le esatte qualità dello spettro del rumore, *nel momento esatto in cui appaiono i sintomi e, al contrario, quando i sintomi scompaiono*. A questo servono le misurazioni del rumore.

A proposito, anche altre relazioni pubblicate sulla salute e sulle turbine eoliche, identificano la stessa identica serie di sintomi da me riportati. Nella mia relazione integrale ho preso in considerazione i documenti dei Dott. Amanda Harry, Barbara Frey, Peter Hadden e del Prof. Robyn Phipps.<sup>3</sup>

- 1) Harry ha riscontrato gli stessi problemi. Limitandosi ad osservare gli individui colpiti dai sintomi, ha visto che si otteneva un gruppo di individui più anziani. Ciò suggerisce che l'avanzamento dell'età è un fattore di rischio.
- 2) Frey e Hadden hanno documentato gli stessi sintomi nei resoconti delle singole persone.
- 3) Phipps ha inviato un questionario a tutti coloro che risiedevano a circa 15 km dalle turbine. Tutti coloro che hanno risposto vivevano a circa 2 km dalle turbine. Ha avuto risposte positive riguardanti sintomi spiacevoli dal 2% dei partecipanti. Ha ricevuto telefonate dal 7% delle persone che la chiamavano di loro iniziativa per illustrare in modo più dettagliato i loro disturbi ed i problemi. La maggior parte di queste persone manifestava disturbi del sonno. Sì, perfino alla distanza di 2 km!

Le persone da me intervistate hanno spiegato che i loro problemi sono causati dal rumore e dalle vibrazioni e, in qualche caso, dall'ombra rotante delle pale. Hanno inoltre notato che i sintomi andavano e venivano a seconda della direzione e della forza del vento, della velocità, di rotazione delle pale, della posizione delle turbine e dei suoni che emettevano.

In altre parole, i loro sintomi aumentavano o diminuivano a seconda di quello che facevano le turbine. Hanno riportato anche che la qualità del rumore è strana e fastidiosa, rispetto ad altri tipi di rumore, come ad esempio treni o traffico nelle vicinanze. Alcuni di loro erano particolarmente disturbati dal movimento delle ombre nelle stanze o dall'ombra delle pale che percorreva il paesaggio.

Ma soprattutto, i sintomi scomparivano quando i soggetti si allontanavano dall'abitazione e dalle turbine e ricomparivano poi al ritorno a casa. Alla fine, la maggior parte dei soggetti dello studio hanno definitivamente abbandonato le loro case.

Ripeto, l'unico modo efficiente per studiare il problema è considerare *prima i sintomi e poi la misurazione dei livelli di rumore* e non il contrario.

Il rumore. Cari lettori, prima di procedere oltre bisogna comprendere che cosa sia il rumore. Se pensate di saperne a sufficienza saltate i prossimi paragrafi, altrimenti ecco qua:

---

3. Pierpont (2009).

Le turbine eoliche emettono un rumore infrasonico (sotto il livello che possiamo sentire), passando da una gamma di rumori udibili a ultrasuoni (rumori che non possiamo sentire). Questo è un dato di fatto. Per “infra” e “ultra” si intende “tono”. “Frequenza” significa “tono”. Per cui, il rumore a bassa frequenza significa “a basso tono” come le note basse di un pianoforte. L’alta frequenza corrisponde ad un tono alto, come il suono “s” del linguaggio umano. La frequenza viene misurata in Hertz (Hz), cioè in “onde o cicli al secondo”.

Il rumore possiede anche una proprietà di intensità o potenza, che nel caso del livello di udibilità, viene definita “intensità”. L’intensità viene misurata in “decibel” o “livello di pressione sonora”. Entrambe queste misure indicano la quantità di energia o potenza dell’onda sonora, denominata anche “ampiezza”.

La prossima definizione è la “lunghezza” d’onda. Un’onda ad alta frequenza indica un’onda corta (immaginate le onde dell’oceano: quando giungono alla riva in rapida successione, la distanza tra i picchi è breve). Una bassa frequenza significa invece un’onda lunga: i picchi tra di essi sono più distanti, sebbene le onde viaggino alla stessa velocità nello stesso mezzo.

Ora la faccenda si fa interessante. *Un’onda sonora nell’aria è una sequenza di variazioni di pressione.* Un’onda sonora in un solido è invece una vibrazione (infatti il termine “vibrazione” viene usato nel linguaggio tecnico per definire solamente ciò che accade nei solidi).

Tra parentesi: parlerò spesso di rumore e vibrazione assieme, perché parlo di un continuum di energia quando attraversa diverse sostanze. Ad esempio, un’onda sonora che viaggia attraverso l’aria e colpisce un edificio può far vibrare le pareti. Oppure: vibrazioni che attraversano il suolo possono generare vibrazioni in un edificio che a loro volta possono generare onde sonore in una stanza o essere trasmesse all’orecchio attraverso l’osso (per le basse frequenze esistono molte forme di trasformazione dell’energia. L’energia non si attenua o diminuisce molto con la distanza o passando attraverso gli oggetti, ma tende a continuare).

Quando sintomi del genere di cui trattiamo sono studiati in medicina, vengono solitamente associati ad un intervallo di frequenza sonora ridotta, inferiore all’udibilità o appena nella soglia dell’udibilità (riporto i dati di due studi di questo tipo a pag. 40–42). Una ricerca più approfondita sulla sindrome da turbina eolica, potrebbe dimostrare che anche alcuni suoni di frequenza più alta, emessi dalle turbine, provocano i sintomi. Tuttavia il colpevole principale, per lo meno da studi su sintomi simili, sembrerebbe essere il rumore a bassa frequenza.

L’intensità è altrettanto importante. Gli esperti in acustica dell’industria eolica sostengono che poiché il rumore a bassa frequenza delle turbine è inferiore alla soglia umana di udibilità in aria, è anche troppo debole per avere degli effetti sulla salute. Agli esperti in acustica viene insegnato “*Se non si sente, non può fare male!*”. Questa tuttavia è un’eccessiva semplificazione della funzionalità dell’organismo (come descritto sopra, nel paragrafo relativo al modo in cui il suono stimola i riflessi vestibolari). Gli standard di sicurezza sul rumore si basano sulla protezione delle orecchie degli individui dal forte rumore che potrebbe danneggiare l’udito, ma non tengono conto degli altri effetti nocivi dei livelli sonori bassi (ad es. come riportato nella vasta documentazione sul rumore notturno, sugli ormoni dello stress e sulle variazioni cardiovascolari).

Se osserviamo innanzi tutto i sintomi, la questione del rumore nella sindrome da turbina eolica diventa semplice. I sintomi delle persone appaiono e scompaiono. Gli esperti in

acustica devono misurare i livelli di rumore alla comparsa dei sintomi e confrontarli con i livelli di rumore alla scomparsa dei sintomi. In questo modo potranno determinare esattamente *quali frequenze a quali intensità* sono la causa dei sintomi.

Di seguito, dalla pagina 40–42, viene riportato l'esempio di due resoconti pubblicati da esperti tedeschi che studiano il controllo del rumore e che collegano i sintomi alle misurazioni del rumore. In entrambi i casi, i sintomi (tra l'altro molto simili a quelli della sindrome da turbina eolica) erano causati da un rumore a frequenza molto bassa. In uno dei casi, il rumore è stato identificato, ma non la sua origine, nell'altro l'origine è stata attribuita al grande ventilatore di un edificio.

Torniamo al mio corso intensivo sul rumore. La risonanza è quello che accade alla struttura di una chitarra o di un violino quando una corda viene pizzicata o disturbata da un archetto. È simile all'eco in uno spazio. Alcune lunghezze d'onda rimbalzano avanti e indietro molto efficacemente, considerate le dimensioni di tale spazio. Le pareti dello spazio tendono a vibrare a determinate frequenze e se la frequenza naturale della vibrazione della parete corrisponde alla frequenza del suono rimbalzante, la parete stessa (della chitarra o del violino) può aggiungere "vigore" alle onde sonore alla sua "frequenza risonante", rendendo queste frequenze più intense.

Tutto questo assomiglia molto a quando si fa dondolare un'altalena. (Lo abbiamo fatto tutti da bambini). Il dondolio è una specie di funzione d'onda, come il suono, con tanto di frequenza e ampiezza. La frequenza dell'altalena sarebbe il numero di volte al minuto in cui si muove in avanti e indietro. La frequenza dipende anche dalla lunghezza della corda. Un'altalena con una corda corta dondola più velocemente. L'ampiezza equivale all'altezza raggiunta dal bambino mentre dondola. La risonanza corrisponde al bambino capace di aumentare l'oscillazione (aggiungendo un po' di energia al movimento) proprio al momento giusto per aumentare l'ampiezza (dondolio più alto). La frequenza rimane la stessa, ma se il bambino spingendo aggiunge energia, dondola sempre più in alto.

Il bambino che aumenta il dondolio è simile alla parete di una camera di risonanza, dà una piccola spinta per "ondeggiare" esattamente al momento giusto.

Bene, la lezione sul rumore è terminata. Appliciamola ora alla sindrome da turbina eolica.

Le risonanze avvengono negli spazi e nelle parti solide, ma flessibili o elastiche del corpo, ad esempio lungo la colonna vertebrale. Diverse parti del corpo presentano diverse frequenze di risonanza. Molte di queste avvengono a bassa frequenza. Quando un'onda sonora o una vibrazione colpisce il corpo c'è una maggiore probabilità che si inneschino vibrazioni in una parte del corpo con una frequenza di risonanza corrispondente.

Nella sindrome da turbina eolica, un'importante risonanza del corpo è la risonanza dello spazio toracico e addominale. La parete toracica si compone di muscoli elastici, ossa, cartilagine, tendini e legamenti che danno al torace un'elasticità naturale e che viene usata nella respirazione. Il corpo ha bisogno di energia per espandere il torace ed inspirare, ma gran parte della forza necessaria per espirare, avviene senza sforzo grazie all'elasticità del torace.

Una parte importante del meccanismo di respirazione è il muscolo del diaframma che sta alla base del torace ed ha una forma a cupola, come la testa di un uovo. Quando si inspira il diaframma si ritira e amplia lo spazio toracico, comprimendo lo spazio addominale. Lo

spazio addominale è molto morbido e flessibile, con la parte anteriore composta da sottili strati di muscolo, pelle e altro tessuto morbido, senza ossa o cartilagine. Inspirando, lo stomaco sporge in avanti. Quando il muscolo del diaframma si rilassa, riassume la sua forma a cupola e spinge fuori l'aria. Elasticità naturale in azione.

Quindi, quando la pressione dell'aria entra nei polmoni, alle onde di pressione serve poca energia per far vibrare questo sistema che è particolarmente mobile. Il diaframma vibra ad una frequenza di 4–8 volte al secondo (Hz significa "volte al secondo"). La frequenza di 4–8 Hz è un rumore a bassa frequenza o un infrasuono, vale a dire, inferiore alla soglia di udibilità.

Non solo il diaframma vibra, ma anche l'intera massa degli organi interni dell'addome oscilla verso l'alto e verso il basso, vicino e lontano dai polmoni. Uno dei maggiori organi addominali, il fegato, è connesso al lato inferiore del diaframma.

Anche altre parti del corpo possono avere una risonanza, ad esempio gli occhi (bulbi circondati dalle ossa e poco materiale denso interno) e la scatola cranica. I ricercatori che hanno studiato l'orecchio interno e hanno scoperto il picco di 100 Hz per la risposta vestibolare, parlano di risonanza del cranio a 500 Hz. A questo livello il cranio "tintinna". Perfino la colonna vertebrale ha una frequenza di risonanza. La spina è elastica e se viene fatta vibrare ad una particolare frequenza, può generare una vibrazione verticale per tutta la propria lunghezza.

Anche le parti più piccole del corpo, come gli organi dell'orecchio interno, hanno risonanze e risposte di picco che dipendono da dimensione, rigidità e pressione del liquido in uno dei lati, come la risposta al picco di 100 Hz dell'utricolo.

Insomma, ciò che viene definito semplicemente *rumore* può avere un forte impatto su molte strutture e cavità interne. Vedremo l'importanza di tutto questo nella discussione qui di seguito.

Prima di passare alla sezione sui metodi, vorrei accennare brevemente alle misurazioni della potenza sonora e le definizioni di "pesatura A" e "pesatura C" (A-weighting e C-weighting). È difficile misurare l'intensità (energia) del suono in modo accurato e riproducibile, in particolare a basse frequenze. I network di pesatura A e C nella strumentazione fonometrica selezionano l'energia (intensità) in base alla frequenza. Al fine di ottenere un unico valore per l'intensità del suono, si dovranno sommare le diverse frequenze. Il network di pesatura controlla quanto ogni frequenza contribuisca al numero.

Il network di pesatura A è quello generalmente usato negli studi sul rumore ambientale, forse più per abitudine che per buon senso. È formulato per duplicare la reazione alla frequenza dell'udito umano, attraverso l'aria, l'orecchio esterno, la membrana timpanica e le tre ossa dell'orecchio medio. Questo sistema di orecchio esterno-medio (pesatura A) costituisce un filtro che accentua i toni alti usati nel riconoscimento del linguaggio umano, mentre attutisce o afferra solo in minima parte il contributo dato dai suoni udibili di bassa e media frequenza, e dagli infrasuoni (definiti come 20Hz e inferiori). La pesatura A aumenta lievemente i contributi dei suoni nell'intervallo 1000–6000 Hz (sul pianoforte: da Do due ottave *sopra* Do medio, tasto 64, a Fa# *sulla nota più alta* del pianoforte), riducendo progressivamente i contributi delle frequenze più basse al di sotto di circa 800 Hz (Sol-Sol# 1½ ottava *sopra* Do medio, tasti 59–60, non proprio una nota bassa). A 100 Hz, quando l'organo vestibolare

umano fornisce una risposta altamente sensibile alla vibrazione (Sol-Sol# 1½ ottava sotto il Do medio, tasti 23–24), una misurazione con pesatura A cattura solo 1/1000 dell'energia sonora concretamente presente (–30 dB). A 31 Hz (Si, il secondo tasto bianco dalla fine, il tasto 3), una pesatura A coglie solo 1/10.000 dell'energia sonora presente (–40 dB). A 10 Hz, una frequenza che in un altro studio ha dimostrato provocare sintomi simili alla sindrome da turbina eolica (vedi oltre, pag. 40–42), una pesatura A coglie solo  $10^{-7}$  o un diecimillesimo dell'energia sonora presente.

Il network di pesatura C invece, ha una risposta piatta all'intervallo udibile, vale a dire non migliora né riduce il contributo delle diverse frequenze sonore udibili, e una risposta decrescente sotto 31 Hz. A 10 Hz la pesatura C cattura 1/25 dell'energia sonora. Come per la pesatura A, rappresenta uno standard nella strumentazione di misurazione del suono.

La pesatura C è più adatta a descrivere il rumore ambientale, mentre la pesatura A è più adatta a cogliere i suoni acuti, gli stessi suoni che le pareti trattengono, e quindi i suoni che con minore probabilità danno fastidio alla persona che sta dall'altra parte del muro, dove c'è una fonte di rumore. I suoni che attraversano i muri sono bassi, i sottofondi rimbombanti del televisore o le persone che parlano in un'altra stanza, il rumore dei passi o della lavatrice al piano superiore, il rimbombo di uno spazzaneve sulla strada o l'auto con sistema stereo modificato di un giovane ad un isolato di distanza. Questi suoni possono creare perfino nuove vibrazioni nelle pareti e nelle finestre. Sembra strano, ma l'impiego di pesatura A per la determinazione del rumore ambientale (incluse le misurazioni del rumore provocato dalle turbine eoliche) si concentra sulle stesse frequenze che un po' di isolamento farebbe scomparire facilmente.

Ora che sappiamo che toni non udibili, condotti attraverso le ossa a 100 Hz, stimolano il sistema vestibolare umano (come descritto sopra), non è giustificabile usare esclusivamente la pesatura A negli studi sul rumore ambientale. Usata invece in combinazione con la pesatura C, la differenza tra le misurazioni A e C dello stesso rumore offre un modo costante e facilmente disponibile per calcolare la potenza dei suoni di frequenza più bassa nel rumore.

Ottenere un'attrezzatura di misurazione standardizzata con networks A o C, è facile, ma la misurazione della potenza della frequenza sonora più bassa richiede apparecchiature specializzate con modelli non standardizzati. Ma, se vogliamo capire fino in fondo la Sindrome delle Turbine Eoliche, dobbiamo eseguire le misurazioni delle più basse tra le basse frequenze.

## Metodi

Per il protocollo della mia ricerca ho utilizzato la cosiddetta *serie di casi* (in medicina una serie di casi è definita come *un resoconto descrittivo di una serie di individui con lo stesso nuovo problema medico*).

Nella ricerca medica, una *serie di casi* non dispone di gruppi di controllo (cioè confronto). Tuttavia, ho aggiunto una nuova sfumatura al mio studio, basandomi sulla mia formazione nel campo dell'ecologia: sebbene non avessi un gruppo di controllo convenzionale (confronto), ho scelto i soggetti e organizzato il modo di raccogliere informazioni così da essere in grado di confrontare i dati.

Innanzitutto, per definire in maniera appropriata questi episodi come problemi associati alle turbine eoliche ho confrontato come erano le persone *durante l'esposizione alle turbine e come erano quando non vi erano esposti, specificando che "non esposti" indica sia prima che dopo aver vissuto vicino alle turbine. Tutti i miei soggetti hanno notato la comparsa dei disturbi subito dopo l'attivazione delle turbine vicino alle loro abitazioni e osservato la scomparsa dei problemi quando si allontanavano dalle turbine.*

In un secondo momento, ho confrontato le persone con particolari sintomi con quelle senza sintomi, controllando poi, per determinare i fattori di rischio per la salute, se le differenze fossero influenzate dall'età, da patologie pre-esistenti, ecc.

Un terzo tipo di confronto è stato implicitamente eseguito su tutta la popolazione generale. Ad esempio, la Dott.ssa Harry ed io abbiamo raccolto dati in modo simile, intervistando adulti colpiti dalla sindrome, ed entrambe abbiamo ottenuto dei risultati che ci indirizzavano verso una fascia di età intorno ai 50 anni o più. Ciò ha suggerito che le persone più anziane tendono ad essere maggiormente colpite, poiché questo gruppo è rappresentato da un gran numero di persone nella nostra campionatura (questo è logico dal punto di vista medico, e corrisponde anche a chi è più infastidito dal rumore in altri contesti, non connessi con le turbine).

In più, il mio studio comprende un numero maggiore di persone soggette ad emicrania che non la popolazione in generale e ciò sembra implicare che, come le persone anziane, anche le persone affette da emicrania sono più sensibili alle turbine.

Vediamo ora come studi epidemiologici sulle turbine si potrebbero presentare e che cosa potrebbero dimostrare, prescindendo dal mio metodo della *serie di casi*. Esistono diversi tipi di studi epidemiologici.

In uno studio prospettico o longitudinale, il ricercatore inizia con la definizione di due gruppi identici da studiare, *prima* che entrambi vengano esposti ad un (ipotetico) agente intossicante o terapeutico. Un gruppo viene chiamato gruppo di studio e l'altro gruppo di controllo. Il gruppo di studio comprende gli individui che saranno esposti all'agente, mentre il gruppo di controllo sarà completamente identico al gruppo di studio per età, sesso, reddito, educazione, ecc.

Con l'avvio dell'esposizione, i ricercatori controllano gli eventi di entrambi i gruppi, eseguendo confronti, statistiche e formulando le loro conclusioni.

Gli studi prospettici vengono utilizzati quando sussiste la probabilità che l'esposizione possa guarire le persone, come negli studi clinici di nuovi farmaci. Il progresso dei soggetti di ogni gruppo viene monitorato attentamente e i dati sono analizzati nel corso dello studio per verificare che l'agente presumibilmente terapeutico non sia in realtà dannoso (questo può talvolta accadere e in tal caso lo studio clinico viene interrotto prima del suo completamento).

Gli studi prospettici possono essere utilizzati anche quando gli individui si espongono da soli a un agente nocivo, ad esempio al fumo, oppure quando accade qualcosa programmata per altri motivi, ad esempio la chiusura di un aeroporto in un luogo e l'apertura di uno nuovo in un altro luogo (uno studio reale che ha dimostrato gli effetti dannosi per la lettura, nel caso di bambini esposti al suono). Tuttavia non sarebbe etico elaborare uno studio che esponga gli individui a qualcosa che è già sospettato di essere dannoso.

Uno studio trasversale è diverso da uno studio prospettico o longitudinale. Uno studio trasversale confronta gli individui esposti (*studio*) a quelli non esposti (*controllo*) durante lo stesso periodo, individui che risiedono o lavorano in posti diversi, a seconda del luogo in cui si verifica l'esposizione. Scegliere la popolazione da studiare è difficile, perché i due gruppi devono necessariamente essere identici in tutto eccetto che nell'esposizione. Un altro punto difficile è decidere cosa calcolare e quale procedure utilizzare. Se prendiamo il caso delle turbine eoliche il tipo di interviste approfondite che ho impiegato non sarebbe adatto al campionamento di centinaia o migliaia di persone. D'altro canto, i sondaggi postali, nonostante raggiungano potenzialmente un'intera popolazione, presentano dei problemi di scarsa partecipazione e possibile scorretta interpretazione delle domande che introducono errori. Le domande dei sondaggi sono spesso distaccate e semplificate per garantire che tutti le comprendano nello stesso modo e per evitare di suggerire qualcosa.

Alla fine della Relazione Per Medici, ho discusso su quale tipo di studi sarebbero attuabili o auspicabili per la fase successiva della ricerca, in particolare studi strutturati in modo da combinare dati specifici e realistici sullo stato di salute con un'ampia copertura della popolazione.<sup>4</sup> Una selezione di paesi europei sarebbe l'ideale per questo tipo di studio, è cioè quelli che hanno turbine eoliche e sistemi sanitari unificati nei quali la diagnosi di ogni visita presso qualsiasi medico è registrata nello stesso database centrale.

Tornando alla relazione. Il problema di ogni studio clinico è comprendere quali nuovi sintomi sono causati da una nuova esposizione e quali non lo sono. In uno studio epidemiologico questo aspetto viene risolto utilizzando dei gruppi paralleli, con un gruppo non esposto. Non avendo le risorse per condurre uno studio simile, ho insistito che per i soggetti del mio studio vi fosse un periodo di post-esposizione, vale a dire un periodo conseguente all'esposizione durante il quale i sintomi sono scomparsi. *La sindrome da turbina eolica viene definita solo dalla comparsa dei sintomi durante l'esposizione e la scomparsa degli stessi al termine dell'esposizione.* Forse non sono stati individuati tutti gli effetti sulla salute causati dall'esposizione alle turbine eoliche, dati i limiti della struttura del mio studio, ma è stata indubbiamente identificata una serie significativa di sintomi.

Mi sono avvalsa inoltre di un altro metodo per creare dei gruppi di confronto. Durante le interviste, ho raccolto informazioni su tutti i membri della famiglia, su di loro, sui loro figli e sui membri disabili che non hanno potuto partecipare alle interviste. Così ho scoperto che non tutti nella stessa famiglia venivano colpiti nel medesimo modo, nonostante vivessero nella stessa abitazione e alla stessa distanza dalle turbine. Inoltre, ho confrontato persone affette e non affette da sindrome, per capire quali parti della loro storia medica precedente all'esposizione potevano indicare quali tipi di sintomi si sarebbero manifestati durante l'esposizione.

Tenendo questo in mente, guardate in quale modo ho eseguito la selezione dei soggetti del mio studio:

- 1) almeno un membro della famiglia presentava gravi sintomi dovuti alla vicinanza delle turbine

---

4. Pierpont (2009).

- 2) la famiglia aveva lasciato l'abitazione o trascorso un periodo lontano da essa, sufficiente ad alleviare i sintomi
- 3) gli individui intervistati dovevano descrivere chiaramente, nei particolari e con coerenza che cosa era loro successo, in quali condizioni e quando
- 4) tutti risiedevano nelle vicinanze di turbine attivate tra il 2004 e il 2007
- 5) se già trasferiti in un'altra località al momento dell'intervista, dovevano essere trascorse meno di 6 settimane dal trasloco
- 6) avevano intrapreso azioni drastiche per proteggersi dall'esposizione alle turbine (generalmente identificata come rumore):
  - a) alcuni si erano trasferiti
  - b) alcuni avevano acquistato una seconda casa nell'attesa di andare via
  - c) alcuni avevano lasciato la propria abitazione per mesi
  - d) una famiglia aveva ristrutturato la casa nella speranza di attenuare il rumore
  - e) un uomo aveva iniziato a dormire nella propria cantina

Un punto finale. Questo simbolo a svolazzi  $\chi^2$  si chiama "chi quadrato". Non spaventatevi! Si tratta solo di un test statistico, che illustrerò con un esempio.

- 1) c'è un gruppo di persone.
- 2) si classificano come alti o bassi, con occhi azzurri o bruni.
- 3) una statistica "chi quadrato" ( $\chi^2$ ) permette di dire se gli occhi azzurri sono associati in qualche modo al fatto di essere alti o bassi, eccetto che in un modo causale (non associato)
- 4) siccome tutti sanno che avere occhi azzurri o bruni non ha niente a che fare con l'essere alti o bassi, con un calcolo statistico  $\chi^2$  su, mettiamo, 20 persone, per ogni persona classificata in ambedue queste categorie (colore degli occhi e altezza) si otterrebbe un risultato non significativo.
- 5) fine della spiegazione

Non era poi così difficile, no?

Vedrete che leggendo la mia relazione clinica, incontrerete valori chiamati p (probabilità) tra parentesi, assieme a valori  $\chi^2$ .<sup>5</sup> Niente panico! P è la probabilità che la relazione tra le due variabili (colore degli occhi e altezza) non sia significativa. In altre parole, essere alti non aumenta la probabilità di avere gli occhi di uno o dell'altro colore, ovvero l'altezza e il colore degli occhi non sono affatto correlati.

I valori di p variano tra i numeri bassi vicino a 0 e 1. I valori bassi indicano *una forte correlazione tra le due variabili*. "Basso" significa minore di 0,05. "Molto basso" o minore di

---

5. Pierpont (2009).

0,01 implica una probabilità ancora maggiore di casualità delle due variabili (ad es. colore degli occhi e altezza).

D'accordo, ora potete fare un respiro, abbiamo finito con la matematica. Questo è il modo in cui identifico i "fattori di rischio" nel mio studio (il fattore di rischio è un elemento nella storia medica o nel loro modo di essere che rende gli individui suscettibili, in questo caso, alla sindrome da turbina eolica, quando sono esposti alle turbine). Ho applicato poi l'analisi di  $\chi^2$ . Ad esempio, ho considerato se uno dei soggetti era affetto o no da tinnito durante l'esposizione alle turbine. Ho controllato se una persona era stata in precedenza esposta a rumore industriale o no, e ho scoperto che in tal caso sussiste una relazione significativa.

Torneremo su questo, qui di seguito, nella sezione sui Risultati.

## Risultati

Lo studio dimostra che quelli elencati qui sotto sono i sintomi più significativi della sindrome da turbina eolica.

- 1) Innanzitutto *quasi tutti hanno disturbi del sonno*. In relazione a questa osservazione risultano due modalità particolarmente interessanti.
  - a) La prima è caratterizzata da elementi di "paura" al momento di risveglio. Da citare sono ad esempio terrori notturni infantili e adulti che si svegliano di colpo, allarmati e in stato d'ansia. Gli adulti riportano di aver sentito una compulsione a controllare se qualche estraneo fosse entrato in casa, pur sapendo di essere stati svegliati dal rumore delle pale eoliche. Altri si svegliano con il batticuore e con difficoltà di respirazione.
  - b) La seconda modalità è la tendenza ad urinare spesso durante la notte. Per gli adulti ciò ha comportato doversi alzare frequentemente e per uno dei bambini ha significato diuresi notturna (scomparsa una volta lontano dalle turbine).

Non è stato necessario indagare sui fattori di rischio per i disturbi del sonno, dato che tutti gli intervistati presentavano gli stessi sintomi.

- 2) *Mal di testa*. Oltre la metà dei soggetti dello studio ha sofferto episodi di mal di testa, peggiori di quelli avuti prima dell'esposizione alla turbina. Il tipo di mal di testa presentava maggiore frequenza, gravità e durata rispetto a quello normale.

La metà dei soggetti che presentavano un peggioramento del mal di testa soffre di un disordine emicranico pre-esistente (tendenza ereditaria a gravi mal di testa con vertigini, nausea, alterazioni visive, tendenza ad evitare la luce, il rumore e il movimento). Tutti i bambini compresi nello studio colpiti da mal di testa durante l'esposizione alle turbine, erano affetti da disordine emicranico oppure erano i figli di soggetti affetti da emicrania.

Circa metà degli adulti colpiti da mal di testa nel corso dell'esposizione non presentava fattori di rischio identificabili. Ciò sembra indicare che chiunque può essere colpito da gravi mal di testa durante l'esposizione alle turbine.

- 3) *Sintomi auricolari*. Il tinnito è un sintomo dominante nella fase di esposizione. Tinnito: un fischio, suono sordo, rumore di cascata in uno o ambedue gli orecchi o addirittura un ronzio che sembra essere all'interno della testa. Fattori di rischio per il tinnito durante l'esposizione sono:
- a) tinnito prima dell'esposizione (peggioramento del tinnito durante l'esposizione)
  - b) perdita parziale dell'udito prima dell'esposizione
  - c) precedente esposizione al rumore industriale

Tutto ciò sembra indicare danni precedenti all'orecchio interno dovuti a esposizione a rumore, a chemioterapia, ad alcuni antibiotici o ad altre cause.

Alcune persone hanno sentito dolore, schiocchi e sensazione di pressione nelle orecchie e variazioni dell'udito.

- 4) Il quarto sintomo significativo è stato da me definito VVVD, ovvero *disturbo vestibolare vibratorio viscerale*. Ritengo che si tratti di un nuovo sintomo patologico. Prima di continuare, dovrete leggere i resoconti sui sintomi VVVD nella Tabella 1 di seguito, in modo di avere un'idea sui sintomi riportati dagli intervistati. Una volta ottenuto un quadro generale dei sintomi di VVVD, discuteremo su come si presentano.
- a) sensazione di pulsazione, tremito o vibrazione interna. Alcuni hanno l'impressione che la respirazione sia difficoltosa e hanno un senso di costrizione.
  - b) Nervosismo, tremiti, paura. Sentire la necessità di fuggire o di controllare se la casa è sicura.
  - c) Tremore
  - d) Battito cardiaco accelerato
  - e) Nausea

*I VVVD sono essenzialmente i sintomi di un attacco di panico associato alla sensazione di movimento del torace nelle persone che non ne hanno mai sofferto in precedenza (nessuno dei miei soggetti aveva mai avuto attacchi di panico).*

Poiché i sintomi del VVVD sono simili agli attacchi di panico, ho cercato un nesso tra questi e la presenza di un qualsiasi tipo di ansia, depressione o disordine mentale. Non ho trovato nessuna correlazione, *tuttavia ho individuato un collegamento particolarmente significativo tra i VVVD e una preesistente*

*sensibilità al movimento* (mal d'auto, mal di mare o ricorrenza precedente di vertigini).

Su 21 pazienti adulti (22 anni e oltre) presi in considerazione nello studio, 14 hanno sofferto di VVVD. I due bambini dello studio sembravano essere affetti da disturbi simili. Non sappiamo esattamente che cosa sentissero, ma si svegliavano ripetutamente la notte, strillavano ed era molto difficile calmarli e farli tornare a letto o riaddormentare. Anche i 2 bambini di 5 anni presi in considerazione in questo studio si sono svegliati in lacrime durante la notte.

- 5) *Concentrazione e memoria.* Quasi tutti gli intervistati hanno problemi di concentrazione e di memoria. Le situazioni più serie sono collegate a una generale mancanza di energie e di motivazione. È importante notare che molti dei soggetti hanno addirittura perduto delle abilità che padroneggiavano prima dell'esposizione alle turbine e che gli insegnanti hanno notato l'insorgere di problemi nel rendimento scolastico dei bambini e hanno inviato messaggi ai genitori (consultare i resoconti sui sintomi legati alla concentrazione e alla memoria nella Tabella 2 sottostante, nonché i resoconti della convalescenza da tali sintomi nella Tabella 3).

In alcuni casi i problemi di concentrazione si sono risolti non appena si sono allontanati dalle pale eoliche o addirittura quando le pale sono state orientate in un'altra direzione. In altri casi i problemi non sono scomparsi subito, ma si sono risolti gradatamente in un certo periodo di tempo. Indubbiamente la privazione di sonno influisce notevolmente su memoria e concentrazione, ma queste modalità di guarigione sembrano indicare l'esistenza di un altro tipo di influssi che potrebbero essere spiegati con l'effetto del disturbo vestibolare su varie forme di pensiero. (vedere Discussione, di seguito).

- 6) Ulteriori sintomi fondamentali sono *irritabilità e rabbia*, presentati da gran parte dei soggetti, tra cui anche i bambini. Spesso è stato il comportamento dei bambini, i problemi scolastici, la loro irritabilità e la perdita di controllo nelle relazioni sociali a spingere le famiglie ad abbandonare le loro case e ad allontanarsi dalle turbine.
- 7) In gran parte dei soggetti si è osservata *stanchezza*, talvolta un senso di pesantezza e la perdita della capacità di divertirsi e di motivazione nelle attività quotidiane. Nella maggior parte dei casi anche questi sintomi sono scomparsi non appena si sono allontanati.
- 8) Ho infine, compilato una lista di sintomi di cui gli intervistati mi hanno parlato, ma che richiederebbero altri metodi di studio (visite mediche e test e controlli sistematici dei casi) per scoprire se sono connessi alle pale eoliche. Questi sintomi sono meno frequenti e comprendono *infezioni delle vie respiratorie inferiori* (bronchite, polmonite e pleurite), insoliti nelle persone colpite, quali peggioramento dell'asma, liquido o infezioni dell'orecchio medio e ictus oculare.

Per il momento non è stato possibile trovare un nesso, ma ritengo che questi sintomi dovrebbero essere presi in considerazione in uno studio su vasta scala in relazione agli effetti delle turbine eoliche sulla salute.

## Discussione

Questa sezione riguarda il meccanismo della sindrome e le idee che ho raccolto dalla letteratura medica e dai miei colleghi. È la sezione più interessante, in cui si riconoscono le connessioni.

Fin dall'inizio ho considerato i sintomi della sindrome da turbine eoliche come un insieme coerente, perché conoscevo già gli effetti chiamati *vertigini emicraniche* o *il senso di capogiro associato all'ansia da emicrania*.

L'emicrania non è solo un terribile mal di testa, ma una sindrome neurologica alla quale si associano ulteriori sintomi specifici. Mio marito ha sofferto di emicrania fin dall'adolescenza, ma mai di mal di testa. Ha capogiri, stanchezza e macchie cieche (scotomi). Deve sdraiarsi e attendere che passi. Alcuni anni fa, ebbe un episodio di vertigini nauseanti (vertigini e senso di sbandamento), tinnito e ansia, che si trasformarono in depressione. La persona che offrì una diagnosi fu l'otorinolaringoiatra, al quale ho dedicato questo libro, il Dott. Dudley Weider.

Il Dott. Weider mi ha spiegato che emicrania, vertigini, tinnito e ansia presentano un nesso neurologico, ed è riuscito a curare mio marito con successo. Vorrei anche aggiungere che mio marito è sempre stato sensibile al movimento, un aspetto condiviso da circa la metà degli individui colpiti.

Di conseguenza, quando ho sentito parlare dei sintomi della sindrome da turbina eolica, li ho immediatamente riconosciuti come un complesso di sintomi correlati. Avrei voluto condividere questa relazione con il Dott. Weider, ma purtroppo è venuto a mancare. Tuttavia, ho avuto il piacere di dividerla con un gruppo di suoi colleghi specialisti (vedi l'elenco dei relatori e lettori di questa relazione. Si tratta di una Festschrift in onore del Dott. Weider). I colleghi mi hanno insegnato molti aspetti importanti relativi all'equilibrio e all'orecchio interno, che ho incorporato in questo libro.

Il dott. Lehrer e il dott. Black considerano il complesso di sintomi della sindrome da turbina eolica simile ai sintomi provocati da un disturbo dell'orecchio interno, denominati idrope endolinfatico (abbreviato EH). Nel caso dell'EH i sintomi possono essere sempre presenti oppure variare d'intensità (senza che le cause siano note). Nel caso della sindrome da turbina eolica, i sintomi vanno e vengono a seconda se i soggetti colpiti sono vicini o lontani dalle turbine o anche, se le turbine producono un certo tipo di rumore o sono rivolte in una certa direzione.

EH comprende anche il morbo di Meniere e la fistola perilinfatica (fuoriuscita di liquido dall'orecchio interno all'orecchio medio), comporta una distorsione della pressione tra i due compartimenti di liquido nell'orecchio interno: l'endolinfa (nel labirinto membranoso) e la perilinfa (intorno al labirinto membranoso, tra i canali ossei). Ciò causa equilibrio incerto e malsicuro e, spesso, segnali acustici distorti inviati al cervello.

Oltre alle vertigini e ai problemi uditivi, l'idrope endolinfatico è noto agli specialisti per essere connesso con problemi relativi alla memoria a breve termine, alla concentrazione, alla

capacità di eseguire più cose contemporaneamente (multitasking), aritmetica e lettura. Possono talvolta verificarsi anche mal di testa, disturbo del sonno e forti carenze della prestazione mentale rispetto alle condizioni normali.

Tutto questo suona come la sindrome da turbina eolica senza turbine.

Un aspetto interessante è che l'esposizione al rumore a bassa frequenza (nelle caverne per un breve periodo, ad intensità elevata ma non traumatica) provoca l'idrope endolinfatico temporaneo (immaginate allora l'esposizione costante al rumore a bassa frequenza e intensità negli umani?). L'esposizione sperimentale al rumore a bassa frequenza ha aumentato negli animali la sensibilità al rumore, la cosiddetta "iperacusia", un altro effetto osservato nello studio sulla sindrome da turbina eolica. Gli individui colpiti da idrope endolinfatico avvertono un senso di otturazione o pressione nell'orecchio, cosa che rappresenta un comune sintomo comune anche nel mio studio.

Arriviamo dunque al sistema di equilibrio e al suo funzionamento. L'equilibrio è un sistema complesso che coinvolge numerose aree del cervello e accoglie molti segnali sensoriali dall'intero organismo. Gli altri sensi possiedono solo un tipo di input, il sistema di equilibrio ne ha quattro.

Parlando di sistema di equilibrio intendo:

- a) in quale modo il corpo mantiene la posizione eretta e
- b) *qualsiasi aspetto legato alla consapevolezza del movimento e della posizione*

Ad esempio, il sistema di equilibrio è particolarmente attivo nel caso di capriole e gli avvistamenti nei tuffi e nella ginnastica, anche se lo sportivo non si trova in posizione dritta.

Perché tutta quest'attenzione al sistema dell'equilibrio? Perché ritengo che gli *individui con predisposizione ad uno squilibrio siano particolarmente sensibili alla sindrome da turbina eolica*. È dunque importante chiarire in che modo nelle persone si suscitano squilibri, per capire in qual modo le variazioni di pressione dell'area (suoni) o le vibrazioni delle turbine eoliche inneschino un senso di movimento fuori dal normale o di instabilità in persone che ne hanno la predisposizione.

Come accennato, i segnali di *movimento e posizioni* ci giungono da quattro sistemi distinti dell'organismo, e sono integrati dai centri dell'equilibrio (vestibolari) nel cervello:

- 1) occhi (sistema visivo)
- 2) organi di percezione di movimento e posizione nell'orecchio interno (sistema vestibolare)
- 3) recettori di stiramento dai muscoli e dalle articolazioni di tutto il corpo e recettori del tatto sulla pelle (sistema somatosensoriale)
- 4) recettori di stiramento e di pressione associati agli organi del torace e dell'addome

*Per mantenere l'equilibrio il sistema richiede che almeno 2 dei primi 3 canali (visivo, vestibolare e somatosensoriale) siano sempre in funzione e che forniscano dati concordanti. Fate attenzione a questo punto, perché è particolarmente importante. Lo potremmo definire la legge dell'equilibrio.*

Ad esempio, negli anziani gli organi vestibolari dell'orecchio interno tendono a non funzionare bene. Se l'orecchio interno non invia i segnali corretti, le persone si devono affidare a ciò che vedono e alla percezione dei piedi e delle gambe per mantenere l'equilibrio.

Perché il senso dell'equilibrio funzioni però, almeno due canali devono mandare segnali concordanti, quindi queste persone hanno difficoltà trovandosi al buio.

Se avete un buon senso dell'equilibrio, tentate questo esperimento: stando su un piede, percepite tutti i piccoli movimenti correttivi del piede e della caviglia per mantenervi in posizione eretta. Gli individui con un equilibrio normale possono rimanere su un piede a tempo indeterminato.

Ora chiudete gli occhi e fate attenzione dopo quanto tempo dovete mettere l'altro piede a terra per evitare di cadere.

*In questa condizione è impossibile mantenere l'equilibrio, perché si è privati della visione e dell'input somatosensoriale delle gambe. Un solo sistema, quello vestibolare dell'orecchio interno non è sufficiente (se non avete un buon senso dell'equilibrio, anche mettendo entrambi i piedi a terra e chiudendo gli occhi, potreste sentire la differenza).*

Il modo in cui questa regola clinica integra il nuovo quarto canale delle informazioni di equilibrio, gravità viscerale e percezione del movimento, deve essere ancora definito. È possibile che i centri vestibolari del cervello considerino anche la quantità e la qualità delle informazioni provenienti da ciascun canale e non solo se un canale è attivo. Ad esempio, in assenza di informazioni visive (occhi chiusi o al buio), le informazioni extra somatosensoriali provenienti anche da un dito sulla parete o sulla ringhiera possono essere sufficienti alla sensazione di stabilità e benessere di un individuo. Allo stesso modo è più semplice mantenere l'equilibrio su due piedi che su uno. Mantenersi in equilibrio è più difficile se i piedi sono su una linea, uno dietro all'altro su un'asse di equilibrio o, peggio, su una fune mobile e instabile. Queste situazioni limitano o alterano le informazioni somatosensoriali provenienti da piedi e gambe, ma non le annullano completamente.

Le varianti della funzione di equilibrio sembrano rientrare in quattro grandi categorie:

- 1) *La prima variante è la prima infanzia.* I bambini piccoli cadono spesso. Con la crescita, l'equilibrio migliora e sono in grado di eseguire movimenti più complessi senza cadere. Nella prima infanzia, i bambini stabiliscono una corrispondenza dell'intero sistema sensoriale con il resto del mondo. Ad esempio, un bebè elabora la distanza che il proprio braccio deve percorrere per toccare qualcosa e il suo aspetto e la sua consistenza. In questo modo acquisisce il senso della distanza, legando tale concetto ai sensori visivi e ai recettori di stiramento coordinati di braccio e spalla. Tale processo di apprendimento in cui le parti del corpo si trovano in uno spazio, attraverso attività sempre più complesse, si protrae per tutta l'infanzia. All'inizio, i bambini sono maggiormente predisposti a disturbi di equilibrio.

- 2) *La seconda causa di variazione dell'equilibrio sono differenze nel processo centrale (nel cervello) dei segnali di equilibrio e movimento.* Gli individui sensibili al movimento, la metà delle persone che soffrono di emicrania, ma anche individui alti, hanno problemi ad elaborare correttamente i segnali provenienti dai diversi canali sensoriali dell'equilibrio. Il loro cervello tende a concedere eccessiva o troppo scarsa attenzione ad alcuni canali. Ad esempio, in un individuo affetto da vertigini emicraniche e tinnito, come mio marito, i segnali dall'orecchio interno possono rivelarsi troppo intensi. Di conseguenza il cervello li deve ridurre e deve adattarsi all'eccessiva intensità di un segnale. Oppure potrebbe succedere che i segnali non siano troppo forti, ma distorti, così che il cervello li deve, a maggior ragione, ridurre al massimo. Abbassando i segnali dell'orecchio interno, si diventa più dipendenti dal canale visivo o da quello somatosensoriale. Le persone che per mantenere l'equilibrio dipendono dalla vista hanno spesso paura dell'altezza (come mio marito). Ciò accade perché a distanza le informazioni visive di posizione sono ridotte (ad esempio, minore informazione retinica e variazione della parallasse con il movimento). La paura è connessa a questa esperienza perché instabilità o insicurezza sulla posizione nello spazio provocano paura, a causa di un riflesso neurologico (torneremo su questo di seguito). Chi invece dipende dai segnali di superficie, potrebbe trovarsi in difficoltà se la superficie è scivolosa, perché si affida ai segnali e alle informazioni di posizione provenienti dai suoi muscoli e articolazioni. Questi segnali vengono distorti dalla superficie scivolosa.
- 3) *La terza causa di difetti o di disfunzione dell'equilibrio sono danni all'orecchio interno e malformazioni congenite o di sviluppo dell'orecchio interno.* Il danno può essere stato causato da rumore acuto, esposizione ad esplosioni, lesioni alla testa e al collo (anche minori come il 'colpo di frusta' o iperflessione ed iperestensione cervicale), complicazioni derivanti da infezioni croniche o ricorrenti dell'orecchio medio durante l'infanzia o esposizione ad alcune sostanze chimiche (antibiotici aminoglicosidici o chemioterapia con cisplatino, ad esempio), idrope endolinfatico, patologia dell'orecchio interno descritta sopra, inclusi la malattia di Meniere e la fistola perilinfatica. Le patologie autoimmunitarie come il lupus (attacco di anticorpi ad altre parti del corpo). Anche difetti di formazione delle ossa e dei canali dell'orecchio interno, eventualmente in combinazione con traumi o altre lesioni, possono causare disturbi.
- 4) *La quarta causa di difetti o disfunzione dell'equilibrio è l'età avanzata.* Sembra che esista un deterioramento della funzione dell'orecchio interno in individui di età superiore ai 50 anni, naturalmente in gradi diversi a seconda delle persone.

Arriviamo ora *alla disfunzione dell'equilibrio compensata o, al contrario, non compensata.* Le persone affette da una disfunzione di equilibrio ma in grado di compensare, si sentono bene, stanno in equilibrio e il loro corpo si sente a suo agio nella sua posizione nello spazio. Se però sono confrontati con un'ulteriore disturbo o una distorsione proveniente da un secondo canale, perdono l'equilibrio, si sentono malsicuri, hanno capogiri, vertigine o mal di mare. In tal caso parliamo di *disfunzione dell'equilibrio non compensata*, si sarà sbilanciati, malfermi o confusi oppure affetti da vertigini e da intolleranza al movimento. I centri vestibolari o dell'equilibrio nel cervello che integrano tutti i segnali provenienti dal sistema di equilibrio, riescono ad ignorare o sopprimere i segnali di un canale che non corrisponde agli

altri, *ma non sono in grado di farlo se i canali disturbati sono due*. Un unico canale funzionante non è sufficiente.

Ritengo che le persone affette da sindrome delle turbine eoliche, abbiano in condizioni normali (prima dell'esposizione alle turbine, in normali condizioni di salute), un problema di equilibrio compensato, come in uno dei quattro punti discussi sopra. *L'esposizione alle turbine eoliche peggiora la situazione, poiché il cervello non può ignorare i segnali di disorientamento provenienti contemporaneamente da due canali*. Almeno un gruppo di falsi segnali proviene dalle turbine, mentre il secondo segnale problematico deriva da una delle quattro categorie appena descritte.

Ma come è possibile che segnali di equilibrio sbagliati arrivino dalle turbine? *Succede se disturbano uno dei quattro canali sensoriali di equilibrio, inducendo tale canale ad inviare segnali discordanti che i centri vestibolari non riescono ad integrare, o se disturbano contemporaneamente diversi canali*.

I quattro tipi di disturbo dei quattro canali di equilibrio sono:

- 1) Disturbo dell'orecchio interno (organo vestibolare): il rumore o la vibrazione a bassa frequenza stimola gli otoliti, attivando i centri vestibolari (equilibrio) del cervello (come descritto nella prima parte di questo capitolo) e producendo illusione di movimento, instabilità, irrigidimento dei muscoli del collo con il riflesso vestibolo-collico e altri sintomi. In presenza di preponderanti sintomi dell'orecchio (quali pressione, schiocchi, tinnito, dolore o alterazioni dell'udito), sospetto che il disturbo degli organi vestibolari rappresenti la causa maggiore.
- 2) Disturbo visivo: individui con sensibilità visiva sono disturbati dalla percezione dall'ombra semovente delle pale sul paesaggio (che dovrebbe essere statico) o dallo sfarfallio della luce solare all'interno degli edifici, quando l'ombra delle pale passa sulle finestre. Due persone, entrambe donne adulte soggette a vertigini in condizione normali, hanno mostrato sensibilità del canale visivo, sviluppando forti mal di testa quando esposte all'ombra rotante delle pale delle turbine.
- 3) Disturbo somatosensoriale: una vibrazione anomala del suolo o del pavimento può inviare segnali di movimento e posizione anomali ai centri di equilibrio del cervello attraverso i recettori di stiramento nei muscoli e nelle articolazioni delle gambe. Numerosi soggetti hanno percepito questo tipo di vibrazione, ma non sono certa se abbia innescato il disturbo generale dell'equilibrio. Non sono certa che questo canale sia importante.
- 4) Disturbo del gravicettore viscerale: comprende il quarto canale da poco scoperto di rilevamento di movimento e posizione, i *gravicettori viscerali* o i recettori di stiramento e pressione negli organi interni del torace e dell'addome. Questo canale di equilibrio è quasi sconosciuto a molti medici, perché all'università ci hanno insegnato che solo tre sensi influiscono sull'equilibrio.

I gravicettori viscerali si basano sui recettori di stiramento e pressione all'interno e intorno agli organi interni. Questi recettori consentono al cervello di sapere se siamo ad esempio in posizione rovesciata, individuando lo spostamento della massa ematica del corpo dalle gambe al torace. I recettori rilevano che i grandi vasi

sanguigni nel torace sono allungati o hanno una massa superiore oppure confrontano la pressione del sangue all'interno degli organi o vasi sanguigni posti più in alto o più in basso nel corpo. Si ritiene che questa sia la ragione per cui gli astronauti in orbita intorno alla terra, nella cosiddetta "microgravità", hanno la sensazione di essere rovesciati. I vasi sanguigni delle gambe sono più resistenti e rigidi, poiché in piena gravità terrestre, devono contrastare la tendenza del sangue a raccogliersi alla base (piedi e gambe). Quando manca la forza di gravità che manda il sangue ai piedi, il tono vascolare naturale spinge di nuovo tutto nel torace. In presenza di gravità, ciò accade solo se una persona si trova a testa in giù, ed è così che il cervello interpreta la ridistribuzione del sangue.

La documentazione sull'equilibrio suggerisce che i gravicettori viscerali ricoprono un ruolo fondamentale nel mal d'auto e mal di mare, poiché sono i rilevatori di movimenti insoliti verso l'alto e verso il basso e contraddicono quanto il resto del sistema d'equilibrio sta dicendo. Per esempio, alzarsi e guardar l'orizzonte aiuta a vincere il mal di mare. Così facendo infatti si riportano le informazioni che giungono dagli occhi e dai recettori di movimento nelle gambe in sintonia con i segnali di movimento viscerali e vestibolari. Anche compensare con le gambe i movimenti delle onde che gli organi interni percepiscono aiuta ad evitare il mal di mare.

I gravicettori interni offrono un potenziale collegamento con la sensazione di tremore o pulsazione nel torace e il resto dei sintomi di VVVD, e passano informazioni sulla pressione e sullo stiramento nel torace direttamente al sistema vestibolare. Balaban documenta questi collegamenti neurali (vedi oltre). Un'alternativa, suggerita dal Dott. Owen Black (un neurologo) è che le variazioni di pressione nel torace possono causare dei cambiamenti nella pressione del liquido intorno al cervello (occorrenza nota), che a sua volta potrebbe provocare un dislivello di pressione (e quindi sintomi vestibolari) nell'orecchio interno di alcune persone affette di questo tipo di problemi.

Il VVVD ci ricorda che il torace è un recettore delle fluttuazioni della pressione dell'aria (descritte sopra alle pp. 33). Ogni forma di suono nell'aria, dalla bassa all'alta frequenza, è composta da stringhe di impulsi di pressione. Quando respiriamo, le vie respiratorie e i polmoni, che riempiono quasi completamente il torace, sono aperte all'aria. La pressione del suono può facilmente entrare nei polmoni e mettere in movimento il loro sistema elastico e mobile con pochissima energia.

Il ruolo più importante dei recettori di stiramento e di pressione negli organi interni e intorno ad essi potrebbe in effetti essere per esempio l'omeostasi fisiologica, il rilevamento della velocità, le dimensioni, la pressione e il flusso del ritmo cardiaco e la respirazione, cioè quello di mantenere il cervello informato sulla situazione. Il rilevamento della pressione nel torace è importante per la regolazione della respirazione, poiché inspirando si crea una pressione negativa nel torace ed espirando si crea una pressione positiva. Il rilevamento della vibrazione può essere importante anche per il monitoraggio del flusso nelle vie respiratorie e vasi sanguigni. L'organismo è particolarmente sensibile a (e facilmente allarmato da) qualsiasi alterazione della pressione necessaria all'inspirazione e all'espirazione. Ritengo che questo sia il motivo per cui numerosi soggetti sentivano di non riuscire a respirare normalmente quando erano esposti alle pulsazioni di pressione dell'aria delle turbine: le pulsazioni innescavano gli stessi recettori della pressione e del flusso come nella respirazione normale, ma al momento sbagliato del ciclo di respirazione o in modo anormale.

Ora che abbiamo visto come le turbine possano provocare disturbi all'equilibrio in persone predisposte, passiamo a discutere come si passa da segnali vestibolari disturbati a quelli che sono considerati i sintomi meno credibili della sindrome: gli attacchi di panico e i problemi intellettivi e mnemonici.

Innanzitutto il sistema di equilibrio del cervello è legato neurologicamente alla paura e all'ansia.

Torniamo ai pesci, cioè ai rudimenti del sistema vestibolare. I pesci con sistemi uditivi semplici, come il teleosteo, percepiscono i movimenti circostanti dell'acqua con i propri organi vestibolari, utilizzando tali informazioni per cercare le prede e per evitare di divenire prede loro stessi. È logico che un sistema dotato di un ruolo fondamentale per la sopravvivenza sia collegato alle connessioni cerebrali che controllano la paura e avvertimento, per le fughe veloci. Ricordiamo anche tutte le storie su animali che percepiscono e fuggono da terremoti, tsunami, vulcani in eruzione, fenditure dei ghiacci, eventi che rimbombano o emettono un rumore e una vibrazione a bassa frequenza, molto prima che gli esseri umani ne diventino consapevoli. Il rilevamento di questo tipo di segnale è anche legato alla risposta della paura: gli animali fuggono.

La Dott.ssa Carey Balaban, un'esperta del cervello, studia le connessioni tra cellule cerebrali e l'equilibrio e i centri cerebrali che controllano l'ansia e la paura, le reazioni autonome (quali battito cardiaco accelerato, sudorazione, nausea, ecc.) e l'apprendimento avversivo (la nausea che porta ad evitare qualcosa). I segnali di equilibrio alterati alimentano direttamente paura, ansia e rapide reazioni fisiche, sia autonome (reazione interna di lotta o di fuga) che muscolari (rapidi movimenti correttivi del tronco e degli arti). Balaban dimostra che le reti nervose stesse inviano queste comunicazioni al cervello.

Balaban dimostra il concetto con una storia. Immaginate di aver fermato la vostra macchina su una collina (rivolta verso la cima), diciamo, a San Francisco. Con la coda dell'occhio, notate che l'autocarro vicino a voi inizia a muoversi in avanti. Questo vi dà immediatamente l'impressione di essere voi a scivolare all'indietro! Panico! Schiacciate immediatamente il pedale del freno! Lo spavento scompare immediatamente non appena vi rendete conto di non muovervi affatto.

La spiegazione di Balaban sottolinea che l'impressione di non essere stabili nello spazio, di stare quasi per cadere oppure il movimento inaspettato attraggono immediatamente l'attenzione, con denso di allarme e paura. Se la sensazione di movimento inaspettato si protrae per un lungo periodo di tempo, come nel caso delle vertigini, il senso di paura può divenire cronico.

Studi condotti da psichiatri e specialisti che studiano l'equilibrio mostrano come i collegamenti tra l'ansia e i problemi di equilibrio agiscano clinicamente e nella vita reale. Una forma lieve di disordine dell'equilibrio, definita *disturbo di spazio o movimento*, provoca malessere o vertigini in situazioni come nelle corsie dei supermercati, guardare edifici molto alti, chiudere gli occhi sotto la doccia, inclinare all'indietro una sedia, attraversare un tunnel in macchina, salire in ascensore o leggere in macchina. Queste persone mostrano anomalie nel controllo dell'equilibrio. Si tratta generalmente di un problema di equilibrio centrale, vale a dire che il cervello ha delle difficoltà ad integrare tutti i diversi segnali che giungono al sistema di equilibrio e decidere quali di essi ignorare, se non sono coerenti.

*Disturbo di spazio e movimento* è particolarmente diffuso tra persone affette da disturbi emicranici. Lo stesso vale per capogiro, vertigini e nausea provocata dal movimento. Test di equilibrio tendono a risultare anomali negli individui affetti da disturbi emicranici rispetto a altre persone colpite da altri tipi di mal di testa, in particolare se il paziente con emicrania presenta anche capogiri e vertigini. Tra l'altro, problemi di equilibrio in persone affette da disturbi emicranici hanno la loro origine a volte negli organi vestibolari dell'orecchio interno, altre nel cervello.

Problemi di ansia sono inoltre associati ad emicrania, e condividono un percorso comune nei sistemi serotoninici del cervello. Il *disturbo di spazio e movimento* è comune in persone che hanno problemi di ansia.

I test sull'equilibrio dimostrano che i pazienti affetti da ansia mostrano una più elevata sensibilità vestibolare (orecchio interno), rispetto agli individui senza problemi di ansia. Quando si eseguono test su persone a cui sono stati diagnosticati attacchi di panico o agorafobia (paura di lasciare la propria casa), un numero elevato risulta avere delle anomalie della funzione vestibolare, in alcuni studi oltre l'80%. Ciò si riscontra in particolare in persone che presentano episodi di vertigini tra gli attacchi di panico.

*In breve, esiste una solida documentazione clinica e sperimentale a sostegno della connessione biologica tra il disturbo dell'equilibrio e l'ansia, e tra i problemi di equilibrio e gli attacchi di panico. Per cui è clinicamente logico che il disturbo del sistema di equilibrio di una persona possa provocare paura, agitazione e panico, e sintomi fisici, come battito cardiaco accelerato.*

Ora prendiamo in considerazione la concentrazione e la memoria. La ricerca attuale dimostra che anche la memoria è condizionata da segnali vestibolari coerenti. Se qualcuno letteralmente non sa dove siano sopra e sotto, in qualsiasi momento, il suo cervello non riesce ad elaborare un gran numero di dati relativi alla posizione nello spazio. Ad esempio:

- 1) reale posizione nello spazio come
  - a) ricordare come arrivare in un certo luogo
  - b) riuscire a trovare il modo di assemblare qualcosa oppure
- 2) posizione nello spazio astratto come
  - a) la distanza tra due numeri
  - b) la sequenza di avvenimenti nel tempo
  - c) la classificazione di oggetti nella memoria

I neurologi hanno recentemente dimostrato che i nervi del sistema vestibolare seguono un percorso bineuronale diretto all'ippocampo, una struttura del cervello fondamentale per la memoria e, in particolare, per l'apprendimento generale e spaziale. Gli individui completamente privi di input dell'orecchio interno al cervello (recisione dei nervi anni prima per la rimozione di un tumore) non sono in grado di eseguire dei compiti riguardanti gli spostamenti e la memoria spaziale, e il loro ippocampo mostra dimensioni ridotte rispetto a

quelle normali (al contrario, i tassisti londinesi possiedono un ippocampo di grandissime dimensioni, a seconda degli anni di lavoro e di memorizzazione dei dati su località, scorciatoie e sensi unici).

Gli esami di funzione MRI e PET (vedi sezione abbreviazione) permettono oggi ai ricercatori di individuare quali parti vengano impiegate dagli esseri umani in stato di veglia per eseguire vari compiti, mentre li stanno eseguendo. La stimolazione del sistema vestibolare (equilibrio dell'orecchio interno) mette in funzione varie aree del cervello, ad esempio quelle usate per immaginare lo spazio e quelle riguardanti il pensiero matematico.

Se l'input vestibolare è distorto (ad esempio, se si versa acqua ghiacciata in un orecchio), le persone cadono più spesso in errore nel risolvere compiti spaziali puramente mentali, come ad esempio nell'immaginare un certo oggetto nei particolari o nell'immaginare di farlo ruotare. Queste persone durante il test erano sedute e ferme, con gli occhi chiusi, e pensavano solamente, senza cercare di mantenersi in equilibrio né di capire dove si trovavano nello spazio. Tuttavia, quando da un orecchio interno sono arrivati segnali che indicavano movimento – segnali che contraddicevano tutti gli altri segnali che i loro centri dell'equilibrio stavano ricevendo - hanno ricordato gli oggetti con minore accuratezza e hanno fatto errori, quando cercavano di immaginarli in posizioni diverse.

In altre parole, *i segnali disturbati provenienti dall'orecchio interno alterano sia la memoria spaziale che l'abilità e la precisione del pensiero. La qualità dell'abilità e della precisione del pensiero si chiama concentrazione.*

Un cluster di centri del cervello che riceve i segnali dall'orecchio interno (diventano attivi negli studi funzionali di MRI o PET con la stimolazione degli organi vestibolari) si trovano nei lobi parietali del cervello. Se c'è un ictus nell'emisfero destro del cervello e i centri parietali destri sono fuori uso ci possono essere dei risultati molto strani. Questi poveretti, chiamati "eminegletti" (*emi* = "metà" + *negletti* cioè abbandonati da metà del corpo e dello spazio), non sono consapevoli del loro lato sinistro dello spazio, cioè non si rendono conto di avere il braccio sinistro paralizzato o di essere nudi dalla parte sinistra. La stimolazione vestibolare però inverte temporaneamente questo stato e i pazienti percepiscono la loro parte sinistra in modo più normale.

Gli individui "eminegletti" fanno alcuni tipi di errori nella ricerca visiva e in compiti di memoria visiva con risposte divergenti dalla sinistra e preponderanti verso la parte destra delle immagini. La stimolazione vestibolare sinistra corregge o migliora la prestazione in questi esercizi.

Altri studi sugli individui "eminegletti" ci mostrano quali tipi di attività mentali vengono "spazializzati". Ciò significa che richiedono il tipo di pensiero spaziale che avviene nei centri del lobo parietale destro, connesso con il sistema vestibolare. Il pensiero spazializzato include le operazioni matematiche, come ad esempio farsi un'immagine mentale di un righello con i numeri (numeri più bassi a sinistra, numeri più alti a destra) e individuare il punto medio tra due numeri. Comprende anche la capacità di visualizzare il tempo su un orologio e di usare un'ortografia corretta iniziando a scrivere da sinistra e finendo a destra.

Ricerche condotte da importanti studiosi indicano inoltre quanto sia importante il pensiero spaziale. I grandi matematici pensano alla matematica in termini di spazio (è molto efficace

perché la rappresentazione neurale dei numeri è spaziale) e i geni della memoria usano metodi che sfruttano concetti di spazio.

In breve, *molte operazioni eseguite con il cervello si basano sul pensiero spaziale o sulla memoria*. Il pensiero spaziale a sua volta necessita un input vestibolare appropriato: abbiamo letteralmente bisogno di sapere dove siano sopra e sotto per capire dove si trovino le cose nello spazio fisico o nel pensiero. La riduzione o la distorsione dei segnali neurali vestibolari sbilanciano il pensiero spaziale, rendendolo meno efficiente e meno accurato.

Ora pensate ai particolari compiti che le persone intervistate nel mio studio non riuscivano più ad eseguire, cioè alle cose che mi hanno spontaneamente detto su sé stessi e sui loro figli, come ad esempio

- a) “Non riesco a credere di non essere più in grado di fare una cosa tanta semplice!”
- b) “Mio figlio lo sapeva fare ed ora proprio non ci riesce più e si spazientisce ed è frustrato quando lo faccio riprovare.”

Le lettere e i numeri qui sotto si riferiscono alla tabella dell’anamnesi dei casi. Ho aggiunto una descrizione in corsivo delle caratteristiche spaziali delle azioni da compiere.<sup>6</sup>

**A1** Ricordarsi che cosa gli serviva quando è arrivato al negozio. *Memoria spaziale dell’immagine della cosa che voleva.*

**B2** Ricordarsi una serie di commissioni e di che cosa prendere in città. *Memoria spaziale degli oggetti e dei luoghi dove acquistarli, calcolo spaziale del percorso più efficiente e dell’ordine in cui acquistarli.*

**C1, D1, G3** Leggere. *Convertire l’input spaziale (parole sulle pagine) in linguaggio e poi in concetti e immagini (anche questi spaziali). C’è anche il controllo vestibolare diretto del movimento degli occhi.*

**C2, G2** Eseguire attività multiple in cucina e in casa. *Avere sia una mappa interna di località che di orari di elementi molteplici. Inserire queste mansioni ed eventi nella mappa, senza dimenticarli quando non sono più visibili.*

**C7** Matematica—abilità perse e fatti matematici dimenticati. *Rappresentazione spaziale dei numeri e delle relazioni dei numeri.*

**E2** Ortografia e scrittura. *Ordinare le lettere nel giusto ordine in modo che appaiano giuste. Convertire la lingua in rappresentazione visiva.*

**F2** Assemblaggio dei mobili. *Essere in grado di convertire istruzioni scritte o diagrammi in una rappresentazione mentale tridimensionale di come assemblare i pezzi*

**F2** Seguire le istruzioni di una semplice ricetta. *Immaginare e ordinare i vari passaggi nella mente, ricavandoli dalle istruzioni scritte.*

---

6. See Pierpont (2009) for the Case Histories.

**F2** Seguire la trama di un programma televisivo. *Notare, ricordare e associare gli indizi visivi.*

**F3** Risultati peggiori agli esami nazionali rispetto al passato. *Coloro che riescono a memorizzare in maniera eccezionale si avvalgono di strategie spaziali, come descritto sopra.*

**H3** Lettura, ortografia e matematica. *Tutti questi compiti hanno importanti componenti spaziali.*

**I1** Allestimento e manutenzione professionale dei giardini. *Progettare e sistemare cose nello spazio, ricordando ad esempio dove si è messo un attrezzo; giudicare se qualcosa stia riuscendo bene e come correggerlo, pianificare le fasi dei vari compiti in modo efficiente nel tempo e nello spazio, senza dimenticare le varie fasi.*

**J1** Pagamento delle bollette. *Matematica, memoria degli oggetti e dei servizi acquistati, calcolo mentale delle necessità future.*

Ogni attività problematica mostra un pensiero spaziale pieni di errori e di azioni inefficienti e persone terribilmente frustrate perché non sono più in grado di eseguire compiti per i quali è necessario semplice buon senso comune e che improvvisamente non riescono più eseguire in maniera efficiente (anche il "buon senso" ha un'importante componente di pensiero spaziale). È disturbato anche l'apprendimento scolastico elementare, ad esempio la lettura e certi tipi di abilità mnemoniche e, negli adulti, la capacità di risolvere problemi.

L'interferenza del rumore con la lettura e l'apprendimento dei bambini non è una scoperta recente. La documentazione a disposizione è molto vasta. In breve, il rumore ambientale di un aeroporto o del traffico rallenta l'apprendimento dei bambini. In questi studi sono stati analizzati ampi gruppi di bambini, mediante un controllo attento dei gruppi esposti e non esposti, selezionando quartieri differenti, in aree diverse, in relazione agli aeroporti. I bambini sono stati esposti ad un rumore eccessivo a scuola e a casa.

Ad esempio, in uno studio, una città ha deciso di chiudere un vecchio aeroporto e costruirne uno nuovo, e i ricercatori hanno avuto l'opportunità di seguire nel tempo le capacità di lettura di entrambi i gruppi di bambini. Quelli residenti vicino all'aeroporto che è stato chiuso, hanno mostrato un miglioramento nella lettura, mentre quelli vicini al nuovo aeroporto hanno mostrato un rallentamento dell'apprendimento in corrispondenza dell'inizio del via vai di aerei in decollo e atterraggio.

Uno studio ha preso in considerazione bambini che vivono in un edificio vicino ad un'autostrada molto trafficata. Quelli che vivevano ai piani superiori, più silenziosi, hanno mostrato dei migliori livelli di lettura e migliore abilità a distinguere il suono delle parole.

La capacità di lettura va ben oltre agli effetti di distrazione del rumore ed è connessa a problemi nel processo del linguaggio, ad esempio nella differenziazione dei suoni del linguaggio in un ambiente rumoroso.

È stato inoltre dimostrato che il rumore disturba il pensiero degli adulti anche in altri contesti e con livelli di volume lontanissimi da quelli che rovinano l'udito. In uno studio, gli operai industriali sono stati sottoposti a valutazioni psicologiche mentre erano esposti ad un rumore

a banda larga di 50 dBA (come rumore delle macchine o rumore bianco) con o senza componenti a bassa frequenza. I test hanno mostrato che il rumore con componenti a bassa frequenza ha interferito maggiormente con la prestazione, rispetto al rumore privo di basse frequenze, in particolare negli individui che si sono definiti sensibili al rumore. Nessuno dei rumori è stato considerato più fastidioso dell'altro, né i soggetti si sono abituati o sensibilizzati al rumore.

Numerosi studi sul rumore ambientale hanno analizzato gli effetti del rumore ambientale notturno sul sonno, sui livelli dell'ormone dello stress (adrenalina e cortisolo), sulla pressione arteriosa e sui fattori di rischio cardiovascolare. Vi sono associazioni positive significative tra il rumore e ciascuno di questi fattori: l'esposizione al rumore incrementa la produzione dell'ormone dello stress, la pressione arteriosa e il rischio cardiovascolare generale. Livelli elevati dell'ormone dello stress aumentano lo zucchero nel sangue, incrementando la pressione arteriosa, due elementi di rischio cardiovascolare.

Il rumore notturno può disturbare significativamente il sonno, anche se la persona non ricorda di essersi svegliata, poiché la selezione e la registrazione giornaliera dei ricordi avviene durante il sonno (in particolare nella fase REM o sonno con rapido movimento degli occhi). Disturbi del sonno provocati dal rumore, anche senza risveglio cosciente, alterano la memoria e l'apprendimento. La memoria e l'apprendimento vengono inoltre alterati anche da livelli elevati di cortisolo prolungati nel tempo nelle persone in stato di stress cronico e probabilmente riducono il tasso di sopravvivenza di nuove cellule dell'ippocampo.

Nei bambini, l'esposizione al rumore notturno con componenti a bassa frequenza (rumore rimbombante/ vibrante degli autocarri che passano vicino la pareti delle abitazioni) provoca una maggiore produzione dell'ormone dello stress all'inizio della notte rispetto all'esposizione al rumore del traffico senza autocarri.

È interessante notare che i livelli di rumore che disturbano il sonno sono piuttosto bassi. Episodi rumorosi di 32dBA provocano movimenti nel sonno e mostrano un basso livello di risveglio. Episodi rumorosi di 35 dBA causano il risveglio che può essere osservato su un elettroencefalogramma (EEG). Il risveglio cosciente avviene a livelli di rumore di 42 dBA. Per tale motivo, l'OMS (Organizzazione mondiale della sanità) raccomanda 30 dBA come livello accettabile di rumore notturno interno.

Qui non presento analisi del rumore. È certo un aspetto interessante e che chiaramente dovrebbe essere studiato, ma richiede fondi che non ho. Ho tuttavia visto che le descrizioni fino ad ora pubblicate sulle esperienze di persone esposte a documentati rumori a bassa frequenza corrispondono a quanto le persone che ho studiato hanno notato e descritto. (vedi sezione Relazione per Medici)

La Dott.ssa Birgitta Berglund (decano degli studi sul rumore ambientale e principale curatrice delle *Linee guida sul rumore ambientale 1999* dell'OMS) spiega perché ritiene che molti effetti negativi del rumore ambientale siano generalmente causati dalle componenti di bassa frequenza. Sottolinea inoltre che il rumore a bassa frequenza arriva più lontano senza perdere in potenza, rispetto alle alte frequenze. Attraversa muri e pareti insonorizzati, fa vibrare oggetti, provoca vibrazioni e risonanze nel corpo umano ed è anche connesso al mal di mare (movimento) anche senza vibrazioni. Il rumore a bassa frequenza rende difficile distinguere i suoni a frequenze più elevate, come il suono del linguaggio. Il rumore con componenti a

bassa frequenza viene percepito come più assordante e fastidioso del rumore allo stesso livello di dBA senza componenti di bassa frequenza.

È importante ricordare che negli studi sul rumore ambientale il termine “fastidio” viene utilizzato come un eufemismo di una serie di reazioni negative, alcune delle quali gravi. “Oltre al ‘fastidio’ ” dichiara l’OMS, “gli individui... esposti al rumore ambientale ... mostrano rabbia, delusione, malumore, scontroosità, sono impacciati, depressi, ansiosi, agitati, distratti o esausti.”

Nella Relazione Per Medici, faccio riferimento a numerosi altri studi minori di esposizione al rumore a bassa frequenza.<sup>7</sup> Ad esempio, i sintomi riportati da giovani sani durante l’esposizione di soli 2–3 minuti al rumore di bassa frequenza con ampiezza elevata negli impianti di prova della NASA durante gli anni sessanta hanno rilevato sintomi di affaticamento, minore efficienza nell’esecuzione dei compiti, fastidio all’orecchio, vibrazioni nel torace e senso di soffocamento in gola. Tutti questi sintomi sono stati riportati anche dalle persone che hanno preso parte al mio studio.

Infatti, la relazione su un caso tedesco del 1996 può quasi certamente essere attribuito alla sindrome da turbina eolica, poiché la fonte del rumore a bassa frequenza (anzi infrasuono, inferiore a 10 Hz) non è stata mai identificata. Si tratta di un caso particolarmente interessante. I sintomi riportati da una coppia e l’intensità del rumore inferiore a 10 Hz hanno avuto variazioni a seconda del vento e delle condizioni meteorologiche, e sono peggiorati durante l’inverno. I sintomi erano:

- a) disturbo del sonno
- b) mal di testa
- c) pressione nell’orecchio
- d) malessere in generale
- e) minore abilità/ efficienza nell’esecuzione dei compiti
- f) sintomi nel torace descritti come affanno e sensazione di formicolio/ brulichio.

I sintomi si verificavano quando il livello di pressione del suono a 1 Hz era di 65 dB, ampiamente sotto al livello di udibilità delle due persone, misurata in un laboratorio acustico. Le frequenze responsabili dei sintomi, tutte inferiori a 10 Hz, avevano livelli di pressione sonora inferiori a 80 dB.

Sappiamo ora in base alle misurazioni di un fisico olandese eseguite molti anni fa e alle valutazioni effettuate da un ingegnere di controllo del suono statunitense che i livelli sonori nei pressi delle turbine rientrano facilmente in questi valori.

Il suddetto caso tedesco del 1996 e un’altra serie di casi riportata da ingegneri di controllo del suono tedeschi (vedere la Relazione Per I Clinici, pp. 106–8), sottolineano entrambi *il modo*

---

7. Pierpont (2009).

*in cui i sintomi e il grado di fastidio percepito dagli individui aumentano nel tempo dopo un trasloco in case o appartamenti con rumore a bassa frequenza.*<sup>8</sup> Non si sono abituati al rumore, ma, al contrario, col tempo sono diventati più sensibili. All'inizio la cosa non sembrava grave, ma col tempo è gradatamente peggiorata.

I soggetti del mio studio hanno riportato i medesimi episodi, e hanno confrontato il rumore delle turbine con altri tipi di rumore, come il traffico, al quale si sono abituati facilmente. Molti hanno dichiarato che il rumore delle turbine eoliche non sembrava essere fastidioso per le persone che non vivevano nell'area,<sup>9</sup> tuttavia molti hanno menzionato il disturbo riportato dai visitatori che avevano pernottato solo una notte. Tutte le famiglie che si erano trasferite lontano dalle loro abitazioni esposte alle turbine, hanno scelto città e paesi con maggiore rumore del traffico, ma senza la possibilità di edificazione di turbine eoliche nelle vicinanze.

Di conseguenza i disinvolti commenti che dicono "vi abituerete al rumore delle turbine eoliche" sono contraddetti sia dalle persone che trovano difficile viverci vicino che dall'evidenza clinica.

Entrambi i casi di studio tedeschi si sono concentrati sulla capacità del rumore a bassa frequenza (lunghezze d'onda lunghe) di attraversare le pareti e riverberare o innescare una risonanza nelle stanze. Gli autori di questa serie di casi di studio hanno misurato la differenza di intensità del rumore a bassa frequenza vicino e lontano dalle pareti, individuando nodi di intensità più elevata lontano dalle pareti, simili a un'onda stazionaria in una corrente in movimento.

Due partecipanti al mio studio, il sig. e la sig.ra G (G1 e G2) hanno entrambi identificato il punto di una stanza che provocava loro i sintomi, una sensazione di vibrazione interna per la sig.ra G e un principio di senso di nausea per suo marito. Tuttavia non sentivano alcuna

---

8. Pierpont (2009).

9. Un caso interessante è stato presentato dinanzi al Tribunale dei Diritti Umani dell'Unione Europea lo scorso 26 febbraio 2008, quello di Lars e Astrid Fägerskiöld contro la Svezia (Richiesta n.: 00037664/04). I querelanti hanno citato l'articolo 8 della convenzione e l'articolo 1 del protocollo n.1 della convenzione. Di seguito alcuni estratti dalla documentazione del tribunale.

"Secondo i richiedenti, la turbina eolica emette un rumore pulsante costante e talvolta con effetti luminosi, che ritengono *particolarmente fastidiosi e intrusivi*. Per tali motivi e poiché credono che la turbina eolica sia stata eretta troppo vicino alla loro proprietà e senza essere stati consultati in precedenza, hanno inoltrato una lettera di reclamo alla municipalità" (enfasi aggiunta).

"I richiedenti si sono appellati al tribunale amministrativo (länsrätten) della contea di Östergötland, mantenendo la propria accusa. In particolare, *hanno enfatizzato che la turbina eolica è un fastidio particolarmente grave* e che il comitato ambientale ha effettuato un'impropria valutazione della questione, nonché numerosi errori ufficiali nella gestione del caso. Inoltre, dichiarano che la municipalità ha rifiutato di effettuare un'indagine indipendente sul rumore, nonostante la richiesta provenisse da diverse parti in questione" (enfasi aggiunta).

"Il 14 aprile 1999, dopo aver visitato la proprietà dei richiedenti, il comitato amministrativo della contea ha respinto l'appello ... *Dalla visita alla proprietà dei richiedenti è stato rilevato che la turbina eolica creava un certo effetto sonoro, ammissibile come fastidioso, ma non serio abbastanza da smantellare la turbina*. In tale rispetto, è stato rilevato che i livelli di rumore non raggiungono il livello massimo raccomandato di 40 dB" (enfasi aggiunta).

"Il 14 luglio 2000, dopo aver visitato la proprietà dei richiedenti e tenuta un'udienza, il tribunale amministrativo della contea ha respinto l'appello, ritenendo la decisione del comitato ambientale conforme alla legge e *sebbene fosse stato possibile osservare alcuni effetti sonori della turbina eolica presso la proprietà dei richiedenti, il disturbo era da considerarsi tollerabile*" (enfasi aggiunta).

Il tribunale ha archiviato il caso.

vibrazione toccando la parete o i mobili con le mani. Ritengo che si trattasse di uno dei punti in cui le onde (pressione dell'aria) sonore a bassa frequenza si sovrapponevano in modo tale da rimbalzare nella stanza e creare un punto stabile o un'onda stazionaria di intensità maggiore.

Durante uno studio, i ricercatori svedesi hanno verificato, in una ricerca condotta su centinaia di abitazioni, che la quantità di rumore necessario a causare un fastidio grave è molto bassa nel caso di una turbina eolica rispetto a quella del traffico di automobili, aeroplani o treni (vedere pp. 112–13 nella Relazione Per Medici).<sup>10</sup> La "quantità di rumore" è stata modellata o calcolata (piuttosto che misurata) in base alla distanza e alla potenza delle turbine. Il rumore è stato definito in dBA (senza prendere in considerazione le componenti a bassa frequenza, anche se presenti), la cui media è stata effettuata nel tempo.

I risultati hanno dimostrato che il 15% degli individui era più disturbato da 38 dBA delle turbine eoliche che da 57 dBA del traffico aereo, da 63 dBA del traffico automobilistico e da 70 dBA del traffico ferroviario. Quando il rumore della turbina eolica raggiungeva 41 dBA, il 35% degli individui è risultato molto infastidito. Il sedici per cento ha indicato un disturbo del sonno in presenza di 35 dBA di rumore proveniente da una turbina all'esterno.

Quando questi ricercatori hanno intervistato alcuni dei partecipanti al sondaggio per ottenere delle informazioni più dettagliate, hanno riscontrato gli stessi tipi di problemi da me incontrati in questo studio. Tra l'altro, appunto il fatto che alcune persone si siano trasferite altrove a causa del rumore o che altri abbiano ristrutturato la propria abitazione per cercare di eliminare il rumore. Alcuni hanno riportato di sentirsi "invasi" o "violati" dal rumore della turbina, di essere sensibili sia al movimento delle pale che al rumore e di non essere in grado di riposare e sentirsi rilassati in casa.

Da questo si capisce che, a differenza di altri tipi di rumore, nel caso di turbine eoliche *gli standard comunemente ammessi di 45–55 dBA misurabili al di fuori di case di abitazione non sono accettabili e creano problemi*. Il rumore delle turbine eoliche è diverso e più problematico (forse perché la bassa frequenza viene esclusa dalle misurazioni in dBA), quindi gli stessi standard numerici non sono applicabili.

Nel 2007, Pedersen ha collaborato con van den Berg, un fisico olandese, ad uno studio sul fastidio provocato dalle turbine eoliche, questa volta nei Paesi Bassi. Hanno ottenuto gli stessi risultati sul disturbo provocato dal rumore delle turbine eoliche (modellato) rispetto ad altri tipi di rumore. Nei risultati dello studio olandese, è stato introdotto con discrezione un nuovo elemento. Nello studio olandese i proprietari delle turbine vivevano nei pressi delle turbine, e *ne ottenevano benefici economici, essendo inoltre in grado di spegnere le turbine quando loro o i vicini erano disturbati dal rumore*, una differenza fondamentale rispetto agli altri paesi. Se le turbine si fossero potuto spegnere in seguito alle lamentele sul rumore dei cittadini di Canada, Stati Uniti, Regno Unito, Irlanda o Italia, non mi sarei trovata a scrivere questa relazione.

Van den Berg e Pedersen affermano di aver studiato anche la salute in relazione al rumore delle turbine eoliche, ma il loro tentativo era talmente impreciso da essere privo di valore. I risultati presentati lo dimostrano chiaramente. Il sondaggio postale da essi elaborato conteneva solo due domande sulla salute (le domande sul sonno erano separate). Una

---

10. Pierpont (2009).

indagava su tutte le malattie croniche presenti e passate in una domanda sola. Le risposte dimostrano la mancata obiettività del sondaggio (per il modo in cui erano stati selezionati i partecipanti oppure per come erano state formulate le domande) e non presentano affatto un quadro chiaro del numero di persone affette da malattie croniche nella popolazione studiata. Questo è evidente, perché il numero delle risposte su almeno due delle condizioni croniche ricercate (cioè emicrania e tinnito), è risultato molto ridotto rispetto a quanto risulta da indagini sulla popolazione comune, per le quali è stato stabilito con numerosi e ben bilanciati studi.

Ciononostante gli autori hanno usato i propri dati come validi al fine di verificare l'ipotesi, ugualmente poco ponderata, che gli effetti sulla salute, se presenti, dovrebbero manifestarsi con più patologie croniche nel caso di persone residenti vicino alle turbine piuttosto che in quelle che vivono ad una distanza di 2,1 km. Hanno creduto di poter provare (o controbattere) quest'ipotesi con i vaghi risultati di un sondaggio che non è stato in grado di rilevare neanche i disturbi emicranici che sono presenti al 20% nella popolazione reale. In veste di specialista (ritengo che né van den Berg, né Pedersen lo siano) posso categoricamente dire che per i tipi di studio in grado di dimostrare l'effetto del rumore sulle malattie croniche c'è un'ampia quantità di dati su una vasta popolazione (o campioni di studio) e che le informazioni sulle patologie croniche (generalmente malattie cardiovascolari o produzione dell'ormone dello stress nello studio sul rumore e sugli effetti sulla salute) sono state accuratamente definite sia nei soggetti che nei controlli. Non è possibile affrontare l'argomento con i dati forniti da van den Berg e Pedersen. Il confronto tra l'ipotesi e i dati raccolti con questo metodo non è possibile. Sotto un punto di vista clinico, il loro studio non ha nessun valore.

Per dirlo in modo ancora più chiaro: *Non si può partire da un'ipotesi non plausibile o un gruppo di dati non obiettivo e ottenere risultati che abbiano un senso.* Van den Berg e Pedersen non sembrano rendersi conto che si tratta di salute. Hanno prodotto un mucchio di numeri, ma non si rendono conto delle limitazioni del loro studio sui dati relativi alla salute e in quale modo questi dati non obiettivi limitino le conclusioni che si possono trarre dalla loro ricerca.

La seconda delle domande riguardanti lo stato di salute da loro poste è una lista di possibili "sintomi correnti", uno strano miscuglio di sintomi fisici e psicologici con pochissime parole che li descrivano con un linguaggio semplice e comune. La domanda non ottiene praticamente alcuna informazione utile. Questa domanda è citata una sola volta nella loro relazione, a proposito del fatto che le persone intervistate che non avevano ottenuto benefici economici dalle turbine riportavano più sintomi di quelle che avevano avuto benefici economici, e commentavano la differenza supponendo che la spiegazione fosse la differenza sistematica di età tra il gruppo che aveva ottenuto benefici e quelli che non li avevano ottenuti (che erano più anziani).

Sebbene sia chiaro che nella loro relazione le indagini sugli effetti sulla salute siano stati carenti e insufficienti, van den Berg e Pedersen traggono conclusioni che solitamente vengono interpretate come se asserissero che le turbine non hanno effetti negativi sulla salute. Basta tuttavia leggere quanto dichiarano nel loro sommario: "Non c'è stata alcuna indicazione che le turbine eoliche abbiano avuto un effetto sulla salute dei rispondenti, ad eccezione dell'interruzione del sonno" (p. ii). Sebbene gli autori tentino di minimizzare il fatto, l'interruzione del sonno ha enormi conseguenze per la salute. Oltretutto, a parte la faccenda del sonno, i due sono in ogni caso in errore, visto che il loro studio non è riuscito ad individuare altri effetti sulla salute.

In conclusione, van den Berg e Pedersen avrebbero potuto cogliere in modo migliore i risultati (limitati) sulla salute del sondaggio, se avessero scritto “Il disturbo o l’interruzione del sonno, un effetto di profonda importanza sulla salute, è correlato ai livelli di rumore delle turbine. Sfortunatamente, il sondaggio non ha potuto affrontare altre questioni relative alla salute a causa della mancanza di obiettività nel metodo di raccolta dei dati. Un dato importante emerso dallo studio è la possibile mancanza di obiettività dei partecipanti al sondaggio che hanno avuto benefici economici, ma è ugualmente possibile che i proprietari delle turbine abbiano l’abitudine di spegnere le turbine nei momenti critici, evitando così il fastidio e il disturbo del sonno”.

## Raccomandazioni

George Kamperman e Rick James, due ingegneri statunitensi, liberi professionisti nel campo del controllo del rumore, con decenni di esperienza sul rumore industriale e sugli effetti sulle comunità, raccomandano uno standard che si basa sul rumore ambientale di fondo più silenzioso e usano misurazioni C e A in modo da poter controllare i componenti a bassa frequenza. Le raccomandazioni specifiche, per la corretta esecuzione della misurazione del rumore e delle ordinanze locali sulle procedure sono state presentate nel 2008 in occasione della conferenza annuale dell’Institute of Noise Control Engineering (USA) e sono accessibili sul sito web sulla sindrome da turbina eolica [www.windturbinesyndrome.com/?p=925](http://www.windturbinesyndrome.com/?p=925). Un importante risultato del metodo di Kamperman e James è che se le turbine aumentano di misura le distanze e le aree da mantenere tra loro e le abitazioni devono essere maggiori.

La risposta è semplice: *mantenere le turbine eoliche ad almeno 2 km di distanza in pianura e 3,2 km in montagna. Queste sono le distanze minime. I metodi di Kamperman e James raccomandano probabilmente delle aree di salvaguardia maggiori, in particolare nelle aree rurali che normalmente sono molto silenziose.* Secondo punto: tutte le regolamentazioni sulle turbine dovrebbero rendere chi le produce responsabile per il rilevamento a pieno prezzo (cioè prima dell’installazione delle turbine) delle abitazioni di tutte le famiglie, le cui vite è stata rovinata dall’installazione delle turbine. I produttori di turbine dovrebbero inoltre essere costretti a seguire regole obiettive sulla salute, in modo da evitare le terribili perdite economiche che risultano dall’abbandono delle case.

### **Tabella 1: Sintomi del disturbo vestibolare con vibrazioni viscerali (VVVD)**

(Nota: nelle Tabelle, il codice alfanumerico indica la tabella della Documentazione Individuale di Pierpont 2009).

*Tremito, vibrazione o pulsazione interna.* Undici soggetti adulti hanno descritto queste sensazioni come fastidiose, insolite e difficili da spiegare:

- J1 (età 49 anni), un medico, ha descritto “il tremito interno” come parte della “sensazione di nervosismo” che lo assale quando le turbine giravano velocemente.
- I2 (età 52 anni) ha definito il rumore in casa come una “pulsazione bassa, quasi una vibrazione”, che non veniva eliminata neanche dai tappi per le orecchie. Al risveglio notturno, la donna ha notato una sensazione di “punture di spillo” nel torace, simile ad un “formicolio” e una stretta al petto causata dal rumore. “Condiziona il mio corpo,

questo tipo di sensazione avviene quando sono agitata o scossa, provocandomi pressione o fischio nelle orecchie". "La percezione che qualcuno abbia invaso non solo la mia salute e il mio territorio, ma anche il mio corpo".

- H2 (età 57 anni) ha descritto una pulsazione che disturbava il sonno a causa del rumore "innaturale" delle turbine.
- G1 (età 35 anni) ha descritto una sensazione di disorientamento e una "particolare anomalia" in alcune parti della casa, in cui poteva "percepire un rimbombo". Se non si spostava in fretta da questi punti della casa, si creava una sensazione di nausea. Ha definito il rumore "talvolta molto invasivo. Il rumore del treno è di tipo diverso e non è invasivo".
- G2 (età 32 anni) ha avvertito disorientamento, "stordimento", con vertigini e nausea nel giardino e in aree particolari della casa in cui poteva percepire la vibrazione. Sentiva il suo corpo vibrare "all'interno" ma appoggiando le mani su pareti, finestre o oggetti, questi non sembravano vibrare.
- F2 (età 51 anni) ha descritto una sensazione fisica simile ad "un concerto di heavy rock", specificando che il "ronzio era nauseante".
- E2 (età 56 anni), stando supina ha percepito un "ticchettio" o "pulsazione" nel torace al ritmo del sibilo delle pale della turbina, e lo ha interpretato come se "il suo cuore si fosse sincronizzato al rumore delle pale". Non ci sono però informazioni, come la contemporanea misurazione delle pulsazioni prese al polso, che permettono di stabilire se sia vero o no oppure se non possa aver sentito un tipo diverso di pulsazione. È riuscita a fermare queste sensazioni alzandosi e girando per casa, ma una volta sdraiata di nuovo, sono ricominciate.
- D1 (età 64 anni) percepiva le pulsazioni sdraiato nel letto. Inoltre, "quando le turbine si spostano in una posizione specifica (verso di me), divento davvero nervoso, come se dei tremori mi attraversassero il corpo... è come una vibrazione che proviene dall'esterno ... tutto il corpo lo sente, come se ci fosse qualcosa che vibra dentro di me, o come stando seduto su una poltrona vibrante, senza che il mio corpo si muova". Ciò si verifica di giorno o di notte, ma non quando le turbine sono rivolte "di lato".
- C1 (età 45 anni) ha percepito le pulsazioni nel petto che lo hanno portato a trattenere il fiato e ha tentato di resistere alla sensazione nel petto evitando di respirare "naturalmente". Le pulsazioni nel torace hanno interrotto il suo sonno e gli hanno tolto la capacità di leggere. Inoltre, ha descritto una sensazione di "energia proveniente dall'interno del mio corpo... come essere cotto vivo in un forno a microonde".
- B2 (età 53 anni) ha descritto a volte un "affanno" respiratorio, come se al momento di addormentarmi il mio respiro volesse recuperare qualcosa".
- B1 (età 55 anni) ha avuto due episodi di pesantezza al petto mentre era sdraiato, che sono poi scomparsi non appena si è alzato. Inoltre, ha percepito una qualità invasiva del rumore nella testa e nelle orecchie: "Quella roba [rumore delle turbine] non ti esce dalla testa, vi entra e vi rimane, è terribile".

*Agitazione, ansia, allarme, irritabilità, nausea, tachicardia e disturbo del sonno* vengono associati alla vibrazione o alla pulsazione interna:

- La sensazione di "nervosismo" di J1 (età 49 anni) comprendeva "forte ansia", irritabilità e "l'impressione di non essere una persona piacevole con cui stare in compagnia". Ha interrotto le attività all'aperto e con la famiglia per rintanarsi in casa in isolamento. Quando le pale girano veloci e sente un certo tipo di rumore, tornando

a casa dal lavoro, ha un senso di nausea e perde l'appetito. Si sveglia con una sensazione di "nervosismo" e tachicardia e talvolta ha bisogno di scendere a dormire su una branda in cantina, a circa 13 gradi centigradi (l'unico luogo in cui non si percepiscono le turbine) per riuscire ad addormentarsi. Quando è in stato di "agitazione" sente il bisogno di respirare profondamente o di sospirare.

- I2 (età 52 anni) descrive episodi di "nausea" e perdita dell'appetito, "tremore delle braccia, delle gambe, delle dita", "forte agitazione mentale e fisica" e pianto frequente inaspettato. Durante le notti rumorose, si è svegliata dopo quattro ore di sonno e ha pianto per il resto della notte. "Quando mi sveglio sento come una sensazione di pressione e una stretta al petto, con conseguente panico e paura". Si tratta di un "risveglio allarmante, una sensazione che sia accaduto qualcosa e non so cosa". Una volta si è svegliata credendo che ci fosse stata una scossa di terremoto (erroneamente) e due volte con la tachicardia, una "sensazione che il cuore stia battendo molto velocemente e rumorosamente. Riuscivo a percepire il flusso sanguigno". La sensazione di panico le impedisce di tornare a dormire.
- H2 (età 57 anni) si è svegliata 5–6 volte ogni notte con una sensazione di paura e impulso di controllare la casa. Lo descrive come un modo "molto disturbato di svegliarsi, con un sobbalzo, come se qualcuno avesse appena fracassato un vetro della finestra per entrare in casa. "Pur sapendo di che cosa si tratta si sente il bisogno di controllare, aprire la porta d'ingresso, è orribile". Le riesce difficile tornare ad addormentarsi e si descrive come irritabile ed arrabbiata, grida di più contro gli altri membri della famiglia.
- G1 (età 35 anni) ha definito "stressante" il rumore fuori della propria abitazione e il rumore che lo sveglia la notte.
- G2 (età 32 anni) durante l'esposizione era irritabile, arrabbiata e preoccupata per il futuro dei propri figli. Si svegliava spesso nel mezzo della notte, perché si svegliavano i figli, ascoltava le loro paure, senza mai parlare delle proprie.
- F2 (età 51 anni) ha descritto una "sensazione di inquietudine costante". Di notte si svegliava con un sobbalzo e battito cardiaco accelerato, una sensazione di paura e si sentiva irresistibilmente spinta a controllare la casa. La sensazione di allarme le impediva di riaddormentarsi.
- E2 (età 56 anni) non ha espresso ansia o paura, ma si svegliava continuamente durante la notte e non riusciva ad addormentarsi quando le turbine erano rivolte verso la sua abitazione.
- D1 (età 64 anni) ha descritto il modo in cui si doveva "calmare" dal "tremore". Se fuori di casa, "devo rientrare, sedermi e cercare di calmarmi. Dopo un episodio simile, sono molto stanco". L'umore è peggiorato e sente rabbia, frustrazione e aggressività. Talvolta, il "tremore" è stato accompagnato da tachicardia: "Sembra che il cuore impazzisca e percepisco questi tremori su tutto il corpo". Il signor D respira affannosamente o soffre di iperventilazione, con tremori e tachicardia, e deve consciamente rallentare la respirazione per calmarsi.
- C1 (età 45 anni) non era in grado di riposare in casa, dove il corpo è "sempre in stato di difesa". Per riposare si doveva allontanare in macchina.
- B2 (età 53 anni) si sentiva "in agitazione e tumulto" e quando i sintomi peggioravano si doveva ripetutamente allontanare dalla sua casa e dalla proprie mansioni per sentirsi meglio.
- B1 (età 55 anni) ha descritto stress, "molto, quasi al massimo della tolleranza, il rumore e l'attività frenetica, mi hanno sfinito". Il medico gli ha prescritto degli

ansiolitici e ha trascorso più tempo sulla costa a pescare con la propria barca per attenuare i sintomi.

Il tremito, la vibrazione o la pulsazione interni, associati ad agitazione, ansia, allarme, irritabilità, tachicardia, nausea e disturbo del sonno costituiscono il *disturbo vestibolare con vibrazioni viscerali* (VVVD).

## **Tabella 2: resoconti dei sintomi legati alla concentrazione e alla memoria**

Le difficoltà mentali o mnemoniche sono talvolta sconcertanti se si pensa alla professione o al comportamento normale dei soggetti:

- A1 (età 32 anni), un pescatore di professione, dotato di barca propria, che prima dell'esposizione alle turbine aveva avuto qualche difficoltà isolata a ricordare nomi e facce, non è stato più in grado di ricordare di cosa avesse bisogno entrando in un negozio, se non lo scriveva su un bigliettino.
- B2 (età 53 anni), casalinga, si confondeva, quando andava in città a sbrigare commissioni, se non scriveva quello che avrebbe dovuto fare e doveva tornare a casa a prendere la lista.. Quando l'ho intervistata sei settimane dopo essere traslocata altrove, ha dichiarato di essere migliorata e di essere capace di sbrigare tre cose di fila senza aiutarsi con una lista.
- C1 (età 45 anni) ha dovuto smettere di leggere, perché non riusciva a concentrarsi quando percepiva le pulsazioni.
- C2 (età 42 anni), una donna molto organizzata, madre di sei bambini, sempre pronta "un mese prima di qualsiasi compleanno" prima dell'esposizione, è diventata disorganizzata e ha avuto difficoltà ad eseguire diverse azioni combinate, anche in cucina, tanto che ripetutamente ha lasciato bollire ed evaporare completamente l'acqua sul fornello. Ha dichiarato: "Credevo di essere sull'orlo della pazzia".
- D1 (età 64 anni), un disabile. ingegnere industriale in pensione, ha notato un rallentamento progressivo nel richiamare fatti alla memoria e una maggiore difficoltà a ricordare quello che aveva letto.
- E2 (età 56 anni), un insegnante in pensione, molto attiva nelle iniziative sociali, non riusciva a usare una corretta ortografia, scrivere e-mail o mantenere il filo logico della conversazione al telefono quando le pale della turbina erano rivolte verso la sua abitazione, ma riusciva a farle quando le pale erano rivolte altrove.
- F2 (età 51 anni), un'infermiera con specializzazione in pediatria, ostetrica e con diploma in amministrazione sanitaria, si era accorta di non riuscire a seguire ricette, le trame di trasmissioni televisive o le istruzioni di montaggio di mobili.
- G2 (età 32 anni), una donna molto organizzata, madre di quattro bambini, ha iniziato a dimenticare le cose e doveva scrivere tutto su un bigliettino, poiché non riusciva a concentrarsi e a organizzarsi. Ha perfino dimenticato un appuntamento per un test dell'udito di suo figlio. Non aveva mostrato problemi di memoria o concentrazione durante un precedente periodo di depressione all'età di 18 anni. Ha detto della sua esperienza "questa volta era diversa".
- I1 (età 59 anni), un giardiniere professionista non è stato più in grado di concentrarsi sulla propria attività di giardiniere, quando le turbine erano rumorose, e ha dichiarato "dopo mezz'ora dovevo andare via, allontanarmi, chiudere la porta".

- J1 (età 49 anni), un medico, ha notato dei gravi problemi di concentrazione quando si sedeva per pagare dei conti in un piccolo ufficio con una finestra rivolta verso le turbine.

Un calo nel rendimento scolastico, in rapporto al periodo precedente all'esposizione - o un deciso miglioramento dopo essersi allontanati dalle turbine - è stato notato su 7 dei 10 bambini e adolescenti (tra 5–17 anni) che frequentavano una scuola. Ad esempio:

- F3 (età 17 anni), una studentessa diligente che non si preoccupava affatto per le turbine ed era convinta che i genitori stessero esagerando con le loro preoccupazioni, ha peggiorato all'improvviso l'esito degli esami nazionali rispetto all'anno precedente, con sorpresa della scuola, della famiglia e di se stessa. A questo punto ha iniziato anche lei ad andare con i propri genitori a dormire in una pensione.
- C7 (età 9 anni), la cui prestazione scolastica era soddisfacente senza alcun bisogno di sostegno esterno prima dell'esposizione, ha ricevuto insufficienze nelle interrogazioni, ha perduto le sue capacità e ha dimenticato le nozioni di matematica che in precedenza padroneggiava. Non è stato più in grado di mantenere il filo logico facendo i compiti per casa. Perdeva il filo e non sapeva più dove era arrivato se si distraeva nel risolvere un problema.
- G3 (età 6 anni), definito un bambino estremamente concentrato e avanzato nella lettura (prima dell'esposizione), non ha voluto più leggere durante l'esposizione. Dopo essersi allontanato per due mesi dalle turbine si metteva a sedere di sua spontanea volontà e leggeva "un libro piuttosto grosso per la sua età" anche per un'ora intera.
- Sua sorella, G4 (età 5 anni), prima dell'esposizione aveva mostrato di avere tempi di concentrazione ridotti. Si supponeva che la perdita dell'udito dovuto a una grave otite media bilaterale cronica interferisse con la prestazione scolastica e nel periodo di esposizione faceva spesso capricci per fare i compiti. Due mesi dopo la fine dell'esposizione, sebbene non ci fossero stati dei cambiamenti nella sua patologia (era in lista di attesa per ricevere tubi di equalizzazione della pressione), ha mostrato maggiore pazienza e ha lavorato più a lungo ai suoi compiti. Sua madre ha notato un "eccezionale miglioramento scolastico".
- H3 (età 8 anni) possedeva una memoria eccellente ed era bravo nella lettura, nell'ortografia e in matematica prima dell'esposizione. Nel corso dell'esposizione era riluttante a fare i compiti e l'insegnante gli ha detto che non si concentrava e che avrebbe dovuto andare a letto prima.

### **Tabella 3: tempo necessario per riprendersi dai problemi di memoria e concentrazione**

I problemi di concentrazione e di memoria legati alle turbine sono stati risolti in tempi diversi rispetto ai problemi del sonno. I problemi del sonno sono scomparsi immediatamente, eccetto quando associati a depressione persistente (due soggetti). I problemi di concentrazione e memoria hanno impiegato generalmente più tempo a migliorare, anche in assenza di depressione.

- A1 (età 32 anni) ha classificato la propria memoria all'85% allo stato normale, al 2% durante l'esposizione e al 10% sei settimane dopo il trasloco in una nuova abitazione.
- B1 e B2 (età 55 e 53 anni) hanno dichiarato di aver notato un miglioramento nella propria memoria sei settimane dopo il trasloco.

- C1 (ora 47 anni di età), in costante stato depressivo ed con esposizione continuativa a causa dei lavori domestici, ha notato quanto inefficiente fosse ancora la propria memoria 25 mesi dopo aver traslocato altrove.
- C2 (ora 44 anni di età) ha notato un miglioramento della memoria e della concentrazione 18 mesi dopo aver traslocato, nonostante fosse esposta allo stress di una condizione abitativa sovraffollata. Suo figlio, anch'egli affetto (ora 11 anni di età) non aveva ancora completamente recuperato la sua prestazione scolastica.
- E2 (età 52 anni) si è ripresa immediatamente. Aveva problemi durante l'esposizione solamente quando le turbine erano rivolte verso una particolare direzione.
- F1 e F2 (età 42 e 51 anni) si erano spostati altrove, ma lavoravano ancora presso la loro fattoria e abitazione nei pressi delle turbine. Tre mesi dopo essersi trasferiti, hanno notato un miglioramento nel livello di concentrazione, ma non era ancora tornato allo stato normale. Il signor F affetto da depressione costante non ha notato alcun recupero della memoria.
- G2 (età 32 anni) ha classificato la propria memoria come 10/10 in condizioni normali, 2/10 durante l'esposizione e 5/10 due mesi dopo aver traslocato altrove, nel momento in cui la sua depressione era completamente svanita. I figli della signora G, rispettivamente di 5 e 6 anni, hanno dimostrato un marcato miglioramento della concentrazione nei due mesi successivi al trasloco.

Solo tre soggetti hanno mostrato una netta depressione durante o dopo l'esposizione. G2 (età 32 anni) era caduta in depressione nel periodo della prima intervista (durante l'esposizione), ha però sottolineato la differenza delle proprie funzioni cognitive tra l'attuale esperienza e il primo episodio di depressione all'età di 18 anni, quando non aveva riportato alcun problema di memoria o concentrazione. Due altri soggetti, C1 (età 45 anni) e F1 (età 42 anni) sono caduti in depressione dopo aver abbandonato le proprie abitazioni, e continuavano inoltre ad avere problemi mnemonici. Entrambi erano ancora soggetti ad esposizione.

## Pareri dei referees su Pierpont 2009, Capitolo 2, Relazione Per Medici

La relazione della Dott.ssa Pierpont merita di essere pubblicata. Sebbene il numero dei casi non sia vasto, l'attenta documentazione dei gravi problemi fisici, neurologici ed emotivi provocati dalla residenza nei pressi delle turbine eoliche deve essere portata all'attenzione dei medici che, come me, non ne erano a conoscenza fino ad oggi.

Mediante un questionario/ intervista abilmente redatto, l'autrice è stata in grado di ottenere dei dati che dimostrano la correlazione dei sintomi provocati dalle turbine eoliche, il miglioramento/la guarigione dei sintomi quando gli intervistati si sono allontanati e la ricomparsa degli stessi sintomi al ritorno alle loro case nei pressi delle turbine.

In seguito alle pressioni esercitate sui governi per l'implementazione di una politica "verde", per eliminare le risorse elettriche alimentate a carbone, l'Agenzia americana per la protezione dell'ambiente, in collaborazione con la Dott.ssa Pierpont e tenendo presente la presente relazione, dovrebbero ampliare questa ricerca e stabilire le linee guida necessarie alla creazione di "fattorie eoliche" e alla protezione dei residenti confinanti.

JEROME S. HALLER, MD, Professore di neurologia e pediatria (in pensione dal 2008), presso Albany Medical College, Albany, New York. Dr. Haller è un membro dell'American Academy of Pediatrics, dell'American Academy of Neurology (Child Neurology Section) e della Child Neurology Society.

10 giugno 2008

Lo studio della Dott.ssa Pierpont affronta un aspetto ancora poco documentato delle patologie provocate dal rumore, in maniera dettagliata nella documentazione dei casi, multisistemica nell'approccio e nelle descrizioni, e con una accurata ed informativa bibliografia.

Lo studio offre un fondamento scientifico per il riconoscimento di complessi di sintomi, generalmente ignorati e difficili da comprendere per la grande maggioranza dei medici che, nella pratica quotidiana, devono essere in grado di identificare anomalie per formulare una diagnosi. Questo approccio al percorso diagnostico e cognitivo è affascinante e ritengo che possa stimolare l'interesse di un gran numero di medici, capaci di considerare il paziente una persona e non una macchina. In tale modo verranno incoraggiati ad ascoltare attentamente i pazienti ed a vederli nell'ambiente e non solo nel laboratorio.

Lo studio della Dott.ssa Pierpont è particolarmente rilevante nell'ambito dell'attuale crisi energetica (e a causa del ruolo che ricoprono le tecnologie che mutano l'ambiente), ed è anche piacevole da leggere, con un'ottima bibliografia e ricco di informazioni. I pazienti descritti sono veri "sofferenti" (la radice della parola paziente), e la loro vita è stata gravemente disturbata. Come già detto, si tratta di un lavoro particolarmente rilevante in un momento in cui la tecnologia eolica e le sue applicazioni sono in aumento in tutto il mondo. Allo stesso tempo mette in guardia i medici sul potenziale patologico delle vibrazioni a bassa frequenza e li incoraggia ad esaminare minuziosamente gli altri possibili effetti collaterali delle nuove tecnologie.

Mi auguro che questo studio, quando sarà pubblicato, stimolerà la ricerca non solo sull'azione deleteria delle vibrazioni a bassa frequenza sugli esseri umani, ma anche sulla fauna in generale. Spero inoltre che i complessi sintomatologici descritti siano studiati in modo più approfondito, in modo da ottenere una maggiore conoscenza dell'organismo umano in termini di fisiologia e patofisiologia. Sono certo che studiando le forze fisiche che hanno un impatto sugli esseri umani contribuirà in modo importante alla comprensione della fisiologia e degli stati patologici. Lo studio rivela alla comunità medica la problematica della vibrazione a bassa frequenza. Anche altre forze fisiche, sia meccaniche che elettriche, potrebbero ricoprire un ruolo in certe patologie umane. Questo studio potrebbe incoraggiare a riconoscere ciò che la ricerca ha ottenuto studiando stati patologici attraverso l'analisi delle forze fisiche.

Dato che l'analisi di queste forze è al momento al di fuori del modello medico della diagnosi di patologie, molte di queste persone sofferenti sono state etichettate come persone con problemi puramente psicologici. L'autrice ha fornito una base per descrivere questo gruppo di complessi sintomatologici come patofisiologici. A lei i miei più sentiti elogi.

JOEL F. LEHRER, MD, Fellow dell'American College of Surgeons, Clinical Professor of Otolaryngology, University of Medicine & Dentistry of New Jersey. Già

professore di otorinolaringoiatria, Mount Sinai School of Medicine, New York, New York.

29 giugno 2008

Mi congratulo con la Dott.ssa Pierpont per la sua ricerca sulla serie di casi di sindrome da turbina eolica, per come è stata concepita, per la raccolta dei dati, per l'analisi e l'elaborazione. Come epidemiologo mi rendo pienamente conto del suo sforzo davvero notevole, un lavoro che, oltre ad essere ben fatto, ha dimostrato pieno rispetto per l'onestà nella ricerca. Dati i sospetti iniziali dell'autrice su questo problema, il suo alto livello di integrità scientifica è stato dimostrato sia nel modo in cui ha strutturato la ricerca, sia nell'elaborazione dei dati, entrambi di altissimo livello.

Il progetto è allo stesso tempo degno di nota e limitato (cosa di cui l'autrice è perfettamente cosciente). Prevedo numerosi risultati degni di nota dall'esemplare ed eccezionale presentazione della relazione sulla sindrome da turbina eolica presentata nella sua prospettiva di medico della comunità.

- 1) Creazione di una definizione dei casi di sindrome da turbina eolica. L'autrice ha avviato una prima importante fase necessaria a far diventare un "motivo di preoccupazione" un "argomento che può essere studiato". Ha presentato una chiara definizione dei casi di sindrome da turbina eolica, e il riconoscimento e la definizione di un nuovo sintomo da lei documentato e denominato disturbo vestibolare con vibrazioni viscerali (VVVD).
- 2) Creazione di una lista ponderata di punti da chiarire in una ricerca futura sulla sindrome da turbina eolica. Attraverso il suo forte ed evidente impegno nella ricerca della verità in questo ambito, l'autrice ha fornito un ricco elenco di istruzioni fruibili da altre persone che vogliano seguire questa linea di ricerca. Questa è una cosa che gli studiosi riescono ad ottenere unicamente in seguito a un profondo coinvolgimento intellettuale nella ricerca.
- 3) Presentazione nitida di un elenco intelligente delle limitazioni dello studio sulla serie di casi. Ispira fiducia nel lettore il fatto che l'autrice abbia veramente condotto un studio mirato a far luce su questo argomento. Ciò richiede sempre trasparenza e intuizione da parte del ricercatore che conosce meglio di chiunque altro la serie di eventuali limitazioni, da quelle minori a quelle maggiori, del proprio studio.

L'autrice si rende perfettamente conto che la limitazione principale di questo studio è la mancanza di "generalizzazione" dei risultati specifici per popolazioni più ampie, soprattutto a causa degli specifici criteri di scelta dei soggetti da studiare (appropriati e necessari) nella serie di casi. Non occorre preoccuparsene, anzi è qualcosa da apprezzare e su cui costruire, poiché questa limitazione è inerente a qualsiasi indagine epidemiologica di fase iniziale di un'area specifica ancora in evoluzione.

Sono state poste base eccezionali, oneste e di elevata qualità su cui altri potranno costruire in fasi successive della ricerca scientifica. Ciò facendo, l'autrice ha reso un lodevole, minuzioso,

attento, onesto e significativo contributo allo studio di (quella che ora possiamo chiamare) sindrome da turbina eolica.

RALPH V. KATZ, DMD, MPH, PhD, Fellow of the American College of Epidemiology, Professore e presidente del Dipartimenti di epidemiologia e promozione della salute, New York University College of Dentistry, New York, New York

5 ottobre 2008

La Dott.ssa Pierpont ha raccolto una solida serie di casi studio sugli effetti deleteri per la salute ed il benessere dei numerosi individui che vivono nelle vicinanze di grandi turbine eoliche. Ha inoltre preso in considerazione studi medici che permettono di ritenere plausibile che ci sia un meccanismo fisiologico che connette direttamente il rumore a bassa frequenza e vibrazioni, come quelle prodotte dalle turbine eoliche (che di per sé non vengono necessariamente considerate irritanti), a effetti potenzialmente debilitanti sull'orecchio interno e su altri sistemi sensori connessi con l'equilibrio e il senso della posizione. A quanto sembra dunque gli effetti hanno una componente fisiologica, piuttosto che essere di ordine esclusivamente psicologico.

Saranno necessarie osservazioni più ampie e statisticamente controllate per scoprire a quale distanza dalle turbine compaiano i loro effetti deleteri e in quale misura colpiscano la popolazione. Tuttavia è già chiaro che molte persone sono colpite a distanze molto maggiori delle minime attualmente previste tra le turbine e le abitazioni. Di conseguenza, in attesa di altri studi sulla "sindrome da turbina eolica" recentemente esaminata, sarebbe prudente stabilire distanze molto maggiori dalle case, come criterio per l'installazione di nuove turbine. La documentazione della sindrome rappresenta una prova che le attuali distanze di sicurezza stabilite sono terribilmente inadeguate.

HENRY S. HORN, PhD, Professore di ecologia e biologia evolutiva e Associato presso il Princeton Environmental Institute, Princeton University, Princeton, New Jersey

17 ottobre 2008