
Hvordan virker musikk på menneskekroppen?

MEDISIN OG MUSIKK

AUDUN MYSKJA

MORTEN LINDBÆK

Seksjon for allmennmedisin
Institutt for allmennmedisin
og samfunnsmedisinske fag
Universitetet i Oslo
Postboks 1130 Blindern
0317 Oslo

Moderne musikkterapi har utviklet sin faglige profil med en i særlig grad pedagogisk og psykologisk tilnærming til forskning og behandling. Enkelte medisinske forskningsmiljøer har tatt til orde for å definere musikkens anvendelse innen medisinske rammer slik at musikkmedisin blir en egen medisinsk disiplin, med egne internasjonale kongresser. En tilnærming mellom den musikkterapeutiske tradisjonen og de medisinske miljøer vil kunne føre til en mer samlet forståelse av musikk som terapeutisk redskap.

En rekke undersøkelser viser at musikk har innvirkning på sentrale fysiologiske variabler som blodtrykk, puls, respirasjonsfrekvens, hjernebølgemønstre målt ved EEG, kroppstemperatur og galvanisk hudrespons. Musikk kan stimulere immunfunksjonen, målt som økt serumnivå av immunologiske markører som immunoglobuliner og endorfiner.

Effekten av musikk viser store interindividuelle variasjoner, og vi mangler viten om hvordan musikk kan anvendes spesifikt i kliniske situasjoner.

Musikk har vært tillagt magiske og helbredende egenskaper i mange kulturer. I vår biomedisinske tradisjon har det vært liten plass for utforskning av musikkens terapeutiske muligheter, og fagområdet musikkterapi har derfor utviklet seg innen

pedagogiske og psykologiske rammer (1). I etterkrigstiden har det imidlertid vært jevnt stigende interesse for musikkens medisinske egenskaper, noe som gjenspeiler seg i økende forskningsaktivitet og definisjon av musikkmedisin som egen disiplin (2).

Musikkterapi og musikkmedisin

Hva skiller musikkmedisin fra musikkterapi, og er dette skillet meningsfylt? Musikkmedisin kan betraktes som en av mange retninger innen musikkterapi. Fagområdet musikkterapi forutsetter, og er konsentrert om, relasjonen terapeut – klient. I betoningen av kommunikasjonsaspektet kan et musikkterapeutisk forløp ofte fungere som psykoterapi med/ved musikk. De musikkterapeutiske fagmiljøene har utviklet seg i retning av å anvende musikk som verktøy for å uttrykke klientens følelser, og å speile emosjonelt kaos, heller enn å sikte mot ren symptomlindring, slik at pasienten kan gjennomleve en psykoterapeutisk prosess. Dette krever god kommunikasjon med terapeuten (3).

I tråd med dette legges det stor vekt på musikkens evne til å utløse minner, assosiasjoner og indre bilder. Det er derfor naturlig at teknikken Guided imagery in music har fått en sterk posisjon i de musikkterapeutiske fagmiljøer. Denne tilnærmingen tar i bruk indre bilder og assosiasjoner utløst av musikk for å skape avspenning og emosjonell forløsning, på en måte som kan minne om psykoanalyse. Selv i musikkterapeutisk arbeid med psykisk utviklingshemmede, demente og andre språksvake pasienter betones den terapeutiske relasjon, med en tenkning som ofte er prosessorientert, snarere enn symptomrettet. Forskningsmetodikken har vært overveiende kvalitativ, med lite betoning av fysiologiske variabler.

Musikkmedisin utforsker musikkens evne til påvirkning av fysiologiske og psykologiske variabler, og søker å spesifisere mange menneskers bruk av musikk som «egenterapi», til ønskede biologiske virkninger, eksempelvis muskulær avspenning. Hos en engstelig pasient vil en musikkmedisinsk intervensjon søke å utnytte musikkens angstdempende effekt, i kontrast til en musikkterapeutisk intervensjon, som i større grad vil søke å arbeide psykoterapeutisk med problemstillingen. Dette skillet kan henge sammen med at musikkmedisin i større grad har utviklet seg i sykehusmiljøer med alvorlig syke, ofte avkreftede pasienter. I slike tilfeller vil den rent symptomrettede vinklingen være mest nærliggende. Grensene mellom musikkterapi og musikkmedisin er likevel flytende, og en tilnærming mellom den henholdsvis humanistiske og naturvitenskapelige plattform kan gi økt innsikt i musikkens muligheter og begrensninger som terapeutisk intervensjon (4). Selv om mange i de senere år har tillagt enkelte musikkformer og komposisjoner, eksempelvis Wolfgang Amadeus Mozarts musikk, en slags global og allmenngyldig medisinsk virkning (5), bør man nærme seg spørsmålet om musikkens medisinske effekt med varsomhet. Eksisterende forskningslitteratur gir liten grunn til å tillegge musikk spesifikke kurative egenskaper, uansett musikktype og -form. Imidlertid har musikk en rekke fysiologiske virkninger med klinisk relevans.

Avspenning og aktivering

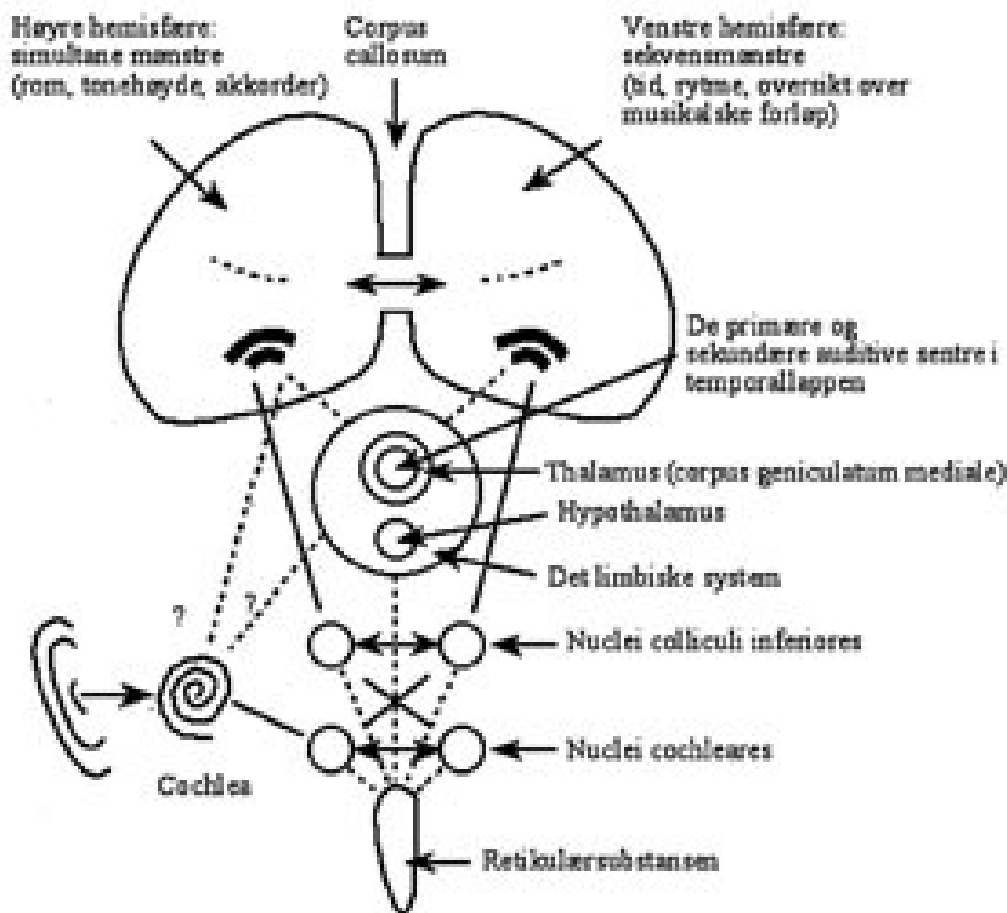
Allerede i 1920-årene ble det funnet effekt av musikk på flere sentrale biologiske variabler, som blodtrykk, puls, respirasjon, muskeltonus og galvanisk hudrespons (6). Disse variablene kan økes eller senkes av musikk på en så forutsigbar måte at det kan gi grunnlag for å klassifisere musikkens virkning som avspennende, aktiviserende eller stabiliserende. Hos de fleste forsøkspersoner vil *avspennende* musikk være flytende, med lav intensitet og lavt volum, lite eller ingen aksentuering av rytme, harmoniske akkorder og utstrakt bruk av legato og ostinato, svevende klanger med lite dynamisk variasjon. Den fysiologiske responsen vil preges av fall i blodtrykk, puls og respirasjonsfrekvens, senket O₂-forbruk og muskeltonus, innsnevrede pupiller og grader av somnolens (7). Omvendt vil de fleste forsøkspersoner respondere med høyere blodtrykk, raskere og til tider mer uregelmessig puls og respirasjon, rytmiske kontraksjoner i skjelettmuskulatur, utvidede pupiller, økt elektrisk hudmotstand og O₂-forbruk, ofte ledsaget av agitasjon, når de hører musikk med hurtig, kraftig, stakkato og synkopert rytmikk, utstrakt bruk av dissonanser og høy lydstyrke (8). Både de musikalske elementer og den fysiologiske responsen kan klassifiseres som *aktiverende*. Enkelte har også definert en *stabiliserende* form for musikk, som refererer til den reetablering av likevekt, særlig på det psykologiske nivå, som musikk erfaringsmessig kan gi. Den kan bevirke stimulering ved asteniforme og depressive tilstander og skape større grad av ro ved agiterter tilstander, til tider blir disse ulike reaksjonene fremkalt av samme musikkstykke, eksempelvis enkelte klassiske symfonier (9).

Musikkens betydning for den enkelte, kulturell læring og assosiasjoner til det konkrete musikkstykket kan imidlertid modifisere den fysiologiske responsen betraktelig (10). Et eksempel er to grupper friske ungdommer som fikk høre rockemusikk. Den gruppen som likte musikken, hadde mindre aktivering (sympatikoton reaksjon) enn gruppen som angav at de ikke likte musikken. Den andre gruppen opplevde også musikkens lydstyrke som høyere enn den første gruppen (11). I det siste tiåret har flere studier påvist at musikk kan påvirke hormonspeilet på tilsvarende måte. Rolig musikk har vist seg å kunne gi signifikant reduksjon av ACTH og andre stresshormoner, noe som har hatt betydning ved diagnostiske prosedyrer som gastro- og bronkoskopi (12). Omvendt har økt serumspil av stresshormoner vært påvist i forbindelse med aktiverende musikk. Kan slik direkte hormonell stimulering ha terapeutisk effekt i gitte situasjoner? En undersøkelse av en gruppe apatiske schizofrene viste generelt økt initiativ og forbedret sosial funksjon etter musikkterapi med kraftig rytmisk musikk (13). Musikk kan stimulere immunfunksjon, målt ved immunologiske markører som immunglobulin A i spytt, og økt frigjøring av endorfiner i tilknytning til musikalske stimuli har vært påvist (14). Endorfinfrigjøringen er eksperimentelt blitt knyttet til opplevelsen av «thrills», frysninger langs ryggraden som mange har opplevd i tilknytning til musikk som berører dem (15). Samme forsker fant at euforien forsøkspersonene opplevde ved musikk kunne blokkeres av injeksjoner med naloxon, noe som kan indikere et terapeutisk potensial for musikk ved rusproblemer (16).

Formidling av musikalske stimuli

Hvordan utøver musikk fysiologiske virkninger? Øret er det første sanseorganet som er funksjonelt fullutviklet. Embryologisk og nevrofysiologisk forskning tyder på at øret oppfanger lyder fra 50 – 70 desibel (talestemmenivå) allerede femte måned i fosterlivet og utvikler post partum en uttalt evne til diskriminering av akustiske stimuli, blant annet via koding av de ulike frekvenser til spesialiserte celler i Cortis organ (17). Man kan definere et ascenderende og et descenderende auditivt system for videreføring av akustiske impulser fra øret til de ulike nivåer av hjernen (fig 1).

Forbindelser som antas å være sentrale i overføringen av musikalske impulser i hjernen.



Figur 1 Musikk sanses og formidles gjennom flere nivåer i hjernen. Figuren illustrerer noen av de forbindelser som kan utgjøre et anatomisk-fysiologisk substrat for musikkens medisinske virkninger

I det ascenderende systemet blir lydimpulser fanget opp av epiteliale hårceller i cochlea som innerveres av afferente nervefibrer i den 8. hjernenerve. Bevegelsen av hårcellene fra lydets vibrasjoner, overført fra mellomøret, forårsaker forandringer på cellemembranens overflate. Dette fører til en ionestrømning som bevirker frigjøring av neurotransmittere ved synapseovergangene mellom hårceller og de afferente nerveterminalene. Afferente nervefibrer fra hårcellene deler seg på vei til medulla og

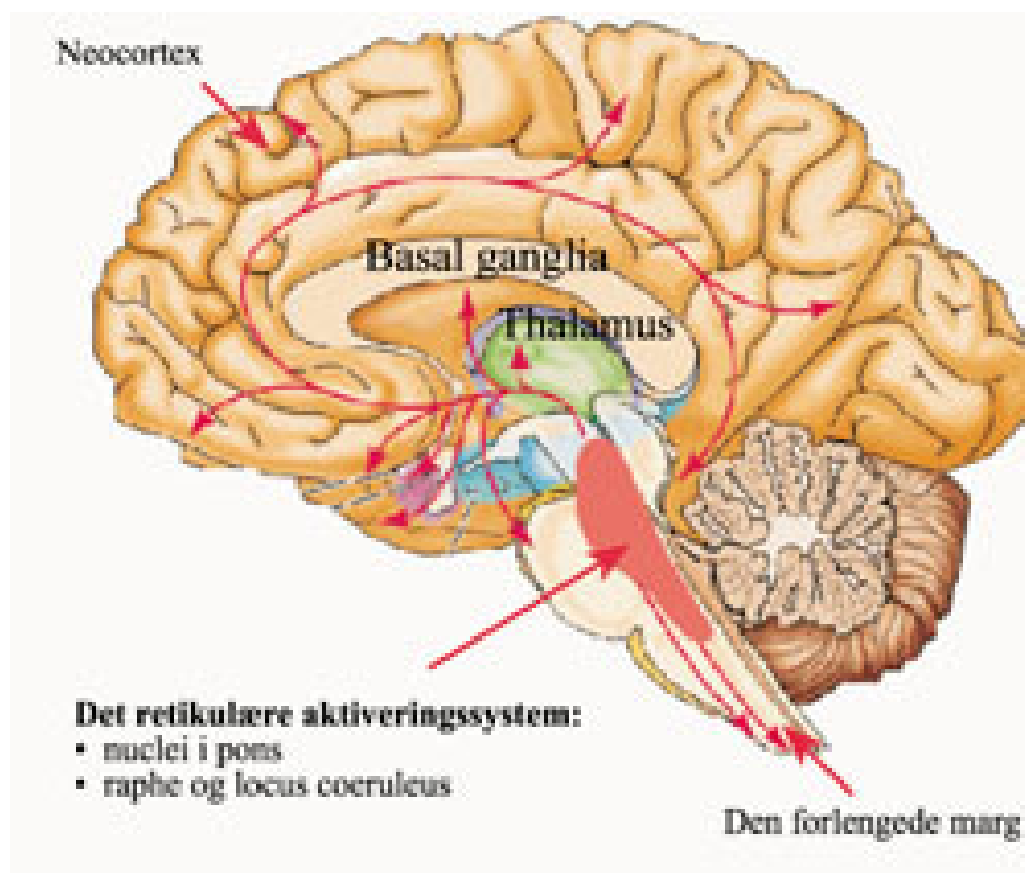
gir impulser til både dorsale og ventrale kokleære kjerner i medulla, til nuclei colliculi inferiores i mellomhjernen, til kjerner i corpus geniculatum mediale i thalamus og til slutt til de auditive sentre i temporallappene (18).

Den descenderende auditive formidling skjer sannsynligvis via de auditive sentre i temporallappen. Herfra sendes signaler i distinkte baner, til thalamus, mellomhjernen, pons og amygdala, som har efferente fibrer til medulla og hypothalamus.

En del av musikkens fysiologiske virkning kan sannsynligvis medieres via hypothalamus" sekresjon av kortikotropinstimulerende hormon og via reguleringen av adrenalin og andre nevrohormoner (19). Dyreforsøk har påvist forbindelser fra amygdala til hypothalamus. Disse forbindelsene kan føre til stimulering eller hindring av endokrin funksjon (20). Nerveforbindelser fra de sentrale nuclei i amygdala projiseres i hjernestammen direkte til de kardioregulative kjerner i medullas dorsomediale og ventrolaterale region (21). Dyreforsøk har gitt bradykardi og hypotensjon hos kaniner ved elektrisk stimulering av de sentrale kjerner i mediale amygdala (22). En slik nevroendokrin påvirkning kan sannsynligvis være delaktig i mediering av musikkens aktiverende og avspennende effekt, og vil også langt på vei kunne forklare påvirkningen av immunsystemet og immunologiske komponenter via musikk. I praksis vil slike mekanismer kunne ligge bak noen av de best kartlagte virkninger av musikk, eksempelvis den anksiolytiske og sedative effekt enkelte studier har pekt på (23).

Rytme – markør og organisator?

Det retikulære aktiveringssystemet (fig 2) hevdes å kunne stimulere høyereliggende sentre til koordinert rytmisk aktivitet (24, 25). Dersom dette systemet blir ødelagt hos forsøksdyr, utviser de unaturlig søvnighet og mister interessen for å forsvare seg selv i truede situasjoner. Muligens kan rytmisk styrt musikalsk aktivering av et slikt aktiveringssystem knyttet til retikulærsubstansen i den forlengede marg initiere en generell organisatorisk aktivitet gjennom regulatoriske sentre i det limbiske systemet og neocortex (26, 27). Dette kan ha konsekvenser for behandlingen av flere lidelser, for eksempel Parkinsons sykdom. Disse pasientene lider under manglende evne til å initiere og koordinere komplekse bevegelser. I de senere år er det eksperimentelt oppnådd betydelig forbedring av gangfunksjonen hos flere pasienter med Parkinsons sykdom ved hjelp av rytmisk musikk, oftest ved å legge en metronomisk puls inn i musikk pasientene liker å lytte til. Med bakgrunn i disse eksperimentene blir det hevdet at den viktigste kliniske betydningen av musikk ikke er dens emosjonelle, avledende eller motiverende verdi, men musikkens direkte virkning på sentralnervesystemet, som forbedrer motorisk kontroll (28). Når aktiviteten i muskelgruppene blir synkronisert med den hørbare rytmen, blir den mer organisk og effektiv. Dersom en enkelt variabel, som stegrytme, forbedres, vil andre funksjoner samtidig kunne påvirkes i gunstig retning (29). Kan ekstern rytmisk stimulering delvis kompensere for manglende nevrotransmitteraktivitet, eller kan aktivering av dopaminerge nevroner i det retikulære aktiveringssystemet øke kroppens egen dopaminproduksjon og dermed redusere behovet for medisiner ved Parkinsons sykdom?



Figur 2 Det retikulære aktiveringssystemet er sannsynligvis delaktig i medieringen av musikkens rytmiske og nevroendokrine effekt

Dette er ubesvarte spørsmål. Den direkte forbindelsen mellom musikalsk rytme og motorisk aktivitet er imidlertid tydelig, illustrert ved den universelle forekomsten av dans til rytmisk musikk (30). Selv om rytmen i musikk kan påvirke puls og blodtrykk, er rytmikken i de kardiovaskulære og respiratoriske systemer i stor grad uavhengige av, og beskyttet mot, musikkens rytme.

Enkelte har likevel reist spørsmålet om musikkens oppbygning, inkludert dens rytmikk, kan opptre som en organisatorisk faktor for rytmisk styrte biologiske prosesser. Musikkens rytme kan gi en impuls til reorganisering av biologiske systemer og prosesser som har tapt sin optimale rytmiske styring, slik man eksempelvis kan se det ved tarmsykdommer som ulcerøs kolitt (31). Bakgrunnen for denne tankegangen er hypotesen om at kropp og sinn er forbundet via en rytmisk styrt kommunikasjonsprosess som blant annet involverer hypothalamus, thalamus og de autonome, endokrine og immunologiske systemer for informasjonsoverføring (32, 33). Musikkens rytmiske oppbygning, dens «arkitektur», kan på denne måten gi referanserammer for sansing og styrke rytmiske biologiske prosesser som opprettholder normal funksjon og motvirker stress i organismen (34). Varigheten av en slik effekt er variabel, og regelmessig tilførsel av musikalske stimuli er sannsynligvis nødvendig for å vedlikeholde bedring av funksjonsevne (35).

«Den emosjonelle hjernen»

Det limbiske system, især thalamus, kan ha en sentral rolle i regulering av emosjonell tonus og grunnstemning, og utgjøre et substrat for den emosjonelle respons som medvirker i medieringen av musikkens virkning, også fysiologisk (36). Den mest konsistente kliniske effekt av musikkterapi ved så forskjellige lidelser som schizofreni, depresjon og demens er bedring av evne og vilje til kommunikasjon og sosial interaksjon (37). Man kan tenke seg at en aktivisering av «koder» i det limbiske system forbundet med positive følelser kan aktivere sosial motivasjon og ferdigheter og endre emosjonell tonus. Det er holdepunkt for at hjernen er disponert for konsonans (38), og at harmonisk musikalsk stimulering kan gi grunnlag for integrering av sansing og opplevelser (39). Kan dette bidra til en forklaring på at allsang med kjente sanger i en undersøkelse har gitt forbedring i korttidshukommelse og sosial evne og motivasjon hos pasienter med demens (40)?

Dette kan ha konsekvens for betydningen av musikk som adjuvans i behandlingen av kliniske symptomer som smerte og kvalme (41). Hvilken musikk som oppleves harmonisk, kan variere, og er også bestemt av kulturelle og sosiale faktorer. Vi vet ikke om musikk gir en primær fysiologisk effekt som sekundært trigger emosjonell respons, eller en initial emosjonell respons som sekundært trigger fysiologiske forandringer. Man kan tenke seg at musikk basert på lavfrekvente lydsignaler og kraftig aksentuert rytmikk i større grad vil gi en primær fysiologisk respons, mens klassiske symfonier eller kjente sanger kanskje primært vil gi emosjonell respons og sekundært fysiologiske effekter som følge av dette. Den antidepressive effekten av musikkterapi som er antydnet i flere studier, kan sannsynligvis tilskrives mekanismer på dette nivå, selv om neokortikale mekanismer også er implisert (42). Sannsynligvis er begge disse modaliteter til stede i varierende grad i musikkopplevelsen (43).

Den musikalske hjernen

Vi vet ikke om stimulering ved musikk med høy grad av organisering, både melodisk og rytmisk, kan støtte innlæring av motoriske ferdigheter ved koordinasjonsvansker, som ved de hyperkinetiske forstyrrelsene AD/HD (attention deficit/hyperactivity disorder) og ADD (attention deficit disorder). Imidlertid er det utført en undersøkelse med 19 barn i aldersgruppen 7 – 17 år med ADD, hvor den ene gruppen ble randomisert til musikk av Mozart med nevrofeedback tre ganger i uken (53). I behandlingsgruppen fikk man bedret impuls kontroll og sosiale ferdigheter, en bedring som ved kontroll etter seks måneder var bevart hos 70 % av forsøkspersonene. I tillegg minsket forekomsten av uregelmessige thetabølger på EEG i behandlingsgruppen. Forsøkslederne fant en sammenheng mellom musikkens rytmiske forløp og endringen av bioelektrisk aktivitet i hjernen, bedømt ved EEG-målinger. Kvaliteten på denne studien og validiteten av konklusjonene kan diskuteres. Ethvert tiltak som påvirker disiplin og konsentrasjon hos denne pasientgruppen må forventes å kunne ha positiv virkning. Egen klinisk erfaring peker også på at stimulering av evne og vilje til å lytte i

seg selv er en terapeutisk faktor. Den lange varigheten av behandlingsresultatet kan således også skyldes at behandlingsgruppen kan ha fått trening i å lytte, og innarbeidet nye lyttevaner.

Nyere undersøkelsesmetoder som positronemisjonstomografi har likevel vist at musikalske stimuli kan øke aktivitet i neokortikale områder knyttet til læring og koordinasjon og styrke forbindelsen mellom hemisfærene. En innvirkning av musikk på så forskjellige neokortikale funksjonsforstyrrelser som ADD og følgetilstander etter cerebrale insulter kan således ikke utelukkes.

Undersøkelser som tyder på at musikk kan styrke evnen til å utføre oppgaver som stiller store krav til høyere mentale funksjoner, har fått mye publisitet de senere år (54). Men det er viktig å poengtere at effekten av musikk i denne sammenheng er kortvarig, materialene er små og at det ikke er holdepunkter for å anta at lytting til klassisk musikk i seg selv automatisk gir økte ferdigheter eller høyere intelligens.

Vår musikalske sansing på neokortikalt nivå er kompleks, og omfatter forskjellige variabler som tonehøyde, intensitet, varighet, overtonemønster, hukommelse for tonale stimuli og rytme (44). Generelt viser høyre hemisfære større aktivisering hos musikalsk uskolerte personer, bedømt ved positronemisjonstomografi. Ved økende eksponering og skolering øker aktiveringen mellom hemisfærene, og profesjonelle musikere viser ofte dominans av venstre hemisfære i persepsjon og i utøvelse av musikk (45). Noe forenklet kan man si at venstre hemisfære betjener musikalske operasjoner i tid (sekvensmønstre), eksempelvis musikalsk rytme, og analyserer musikalske sammenhenger. Evnen til å oppfatte og vurdere musikalske forløp, som i en symfoni, er avhengig av venstre hemisfære. Høyre hemisfære relaterer til de romlige musikalske elementer, som akkorder, overtonemønster og tonehøyde, eksempelvis er det lokalisert et senter for tonehøyde i høyre hemisfære som generelt viser større aktivitet hos forsøkspersoner med absolutt gehør (46). Undersøkelser av pasienter med ensidige hjerneskadener tyder på at høyre hemisfære er knyttet til melodisk sans og evne til å synge «rent», mens venstre hjernehalvdel kontrollerer evnen til å begynne sangen (47). I en undersøkelse fant man at musikere hadde større corpus callosum, og at forskjellen i forhold til ikke-musikere var mer markert jo tidligere de begynte å spille (48). EEG-registreringer har vist at musikk kan senke hjernens bioelektriske aktivitet fra predominans av hjernebølger i betanivå til bølger i alfa- og thetanivå, noe som kan ha konsekvens for reduksjon av an

gst, spenninger og søvnløshet (49). Muligens kan musikk påvirke neokortikal aktivitet slik at fokus for bevissthet og oppmerksomhet endres, noe som kan konsekvens for behandling av depresjoner (50). I en undersøkelse ble det observert reduksjon i hyppighet, styrke og varighet av epileptiforme anfall i forbindelse med avspilling av Mozarts pianosonate K448, sammenfallende med en endring av EEG-mønster (51). Forsøkslederne postulerte at selve musikkens struktur kunne virke direkte inn på organiseringen av hjernens aktivitet. Forskningsrapporter har antydnet at musikk kan styrke sentrale neokortikale funksjoner som læring av ferdigheter, styring og koordinasjon av motorikk, ved at musikalske elementer kan utgjøre et templat for organisasjon av våre komplekse mentale operasjoner (52).

Avslutning

Musikk har tradisjonelt vært del av medisinsk virksomhet i mange kulturer, også vår egen. Musikkterapi har utviklet seg innen en humanistisk tradisjon, med vekt på pedagogiske og psykologiske vinklinger. Dette har medført at studier utført ut fra rent medisinske premisser og metoder har vært relativt færre og av varierende kvalitet. I de senere år har man kunnet kartlegge effekten av musikalske stimuli i større detalj, og det er holdepunkter for at musikk har til dels veldefinerte psykofysiologiske effekter som kan nyttiggjøres i klinisk medisin. Audioanalgetisk, sedativ og anksiolytisk effekt er best kartlagt, men en rekke studier peker i tillegg på immunstimulerende og antidepressiv effekt. I det siste tiåret har musikkens potensielle læringsstimulerende effekt vært i fokus, noe som kan få konsekvenser både for behandling av barn og unge med atferds- og læringsvansker, samt hos eldre med kognitiv og motorisk svikt.

Musikk har en rekke moderate, men spesifikke biologiske effekter som sannsynligvis kan anvendes i klinisk praksis i større utstrekning enn hva tilfellet er i dag.

Vi takker Hans M. Borchgrevink for verdifulle kommentarer til artikkelen.

LITTERATUR

1. Decker-Voigt H-H. Eine Einführung in Musiktherapie. Hamburg: Goldmann, 1995.
2. Spintge R, Droh R. Musikmedizin. Physiologische Grundlagen und praktische Anwendungen. Stuttgart: Fischer, 1992.
3. Peuskens JI Wigram T, red. Clinical applications of music therapy in psychiatry. London: Jessica Kingsley, 1999.
4. Aldridge D. Music therapy research: a review of the medical research literature within a general context or music therapy research. The Arts in Psychotherapy 1993; 20: 11 – 35.
5. Campbell D. The Mozart effect. St. Louis: MMB Publishers, 1997.
6. Snyder M. Music therapy. Annu Rev Nurs Res 1999; 17: 3 – 25.
7. White JM. Effects of relaxing music on cardiac autonomic balance and anxiety after acute myocardial infarction. Am J Crit Care 1999; 8: 220 – 30.
8. O'Sullivan A. Music in intensive care. Intens Care Nurs 1991; 7: 160 – 3.
9. Escher J. Die Bedeutung von Musik in der modernen Medizin. Schweiz Med Wochenschr 1998; 87: 987 – 96.
10. Standley J. Music research in medical/dental treatment. J Music Ther 1986; 23, nr. 2: 3 – 10.
11. Pope DS. Music, noise and the human voice. Image J Nurs Sch 1995; 27: 290 – 5.

12. Escher J. Musik bei der Gastroskopie. Schweiz Med Wochenschr 1993; 26: 1354 – 60.
13. Hinds KS. Music: a milieu factor with implications for the nurse-therapist. J Psychiatr Nurs 1980; 18, nr. 6: 28 – 33.
14. McKinney CH. The effect of selected classical music and spontaneous imagery on plasma beta-endorphin. J Behav Med 1997; 20: 85 – 99.
15. Goldstein A. Thrills in response to music and other stimuli. Physiol Psychol 1980; 8: 126 – 9.
16. Freeman S. Development of inner ear (cochlear and vestibular) function in the fetus-neonate. J Basic Clin Physiol Pharmacol 1999; 10: 173 – 89.
17. Marvick C. Information accumulating on how brain «hears». JAMA 1989; 261: 3077.
18. Engler D. The corticotropin-release inhibitory factor hypothesis: a review of the evidence for the existence of inhibitory as well as stimulatory hypophysiotropic regulation of adrenocorticotropin secretion and biosynthesis. Endocr Rev 1999; 20: 460 – 500.
19. Nitecka L, Frotscher M. Organization and synaptic interconnections of GABAergic and cholinergic elements in the rat amygdaloid nuclei. J Comp Neurol 1989; 279: 470 – 88.
20. Kapp BS, Supple WF, Whalen PJ. Effects of electrical stimulation of the amygdaloid central nucleus on neocortical arousal in the rabbit. Behav Neurosci 1994; 108: 81 – 93.
21. Powell DA. Amygdala-prefrontal interactions and conditioned bradycardia in the rabbit. Behav Neurosci 1997; 111: 1056 – 74.
22. Cassel MD, Gray TS. The amygdala directly innervates adrenergic (C1) neurons in the ventrolateral medulla in the rat. Neurosci Lett 1989; 97: 163 – 8.
23. White JM. Effects of relaxing music on cardiac autonomic balance and anxiety after acute myocardial infarction. Am J Crit Care 1999; 8: 220 – 30.
24. Garcia-Rill E. Disorders of the reticular activating system. Med Hypotheses 1997; 49: 379 – 87.
25. Mori S, Matsui T, Kuze B, Asanome M, Nakajima K, Matsuyama K. Cerebellar-induced locomotion: reticulospinal control of spinal rhythm generating mechanism in cats. Ann N Y Acad Sci 1998; 860: 94 – 105.
26. Thaut MH. The connection between rhythmicity and brain function. IEEE Eng Med Biol Mag 1999; 18: 101 – 8.
27. Thaut MH. Multiple synchronization strategies in rhythmic sensorimotor tasks: phase vs period correction. Biol Cybern 1998; 79: 241 – 50.
28. McIntosh GC. Rhythmic auditory-motor facilitation of gait patterns in patients with Parkinson's disease. J Neurol Neurosurg Psychiatr 1997; 62: 22 – 6.

29. Thaut MH. Rhythmic auditory stimulation in gait training for Parkinson's disease patients. *Mov Disord* 1996; 11: 193 – 200.
30. Aldridge D. Healing and medicine. *J R Soc Med* 1991; 84: 516 – 8.
31. Aldridge D. Communication and medicine: discussion paper. *J R Soc Med* 1989; 82: 743 – 6.
32. Moore-Ede MC, Czeisler CA, Richardson GS. Circadian timekeeping in health and disease. *N Engl J Med* 1983; 309: 469 – 79.
33. Powel D. A theoretical framework for rhythm perception. *Psychol Res* 1984; 45: 315 – 37.
34. Snyder M, Chlan L. Music therapy. *Annu Rev Nurs Res* 1999; 17: 3 – 25.
35. Marvick C. Leaving concert hall for clinic, therapists now test music's «charms». *JAMA* 1996; 275: 267 – 8.
36. Blood AJ. Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic brain regions. *Nat Neurosci* 1999; 2: 382 – 7.
37. Murray GB. Limbic music. *Psychosomatics* 1992; 33: 16 – 23.
38. Borchgrevink HM. Musikk, hjerne og medisin. *Tidsskr Nor Lægeforen* 1993, 113: 3743 – 7.
39. Maack C. The effects of guided imagery and music therapy on reported change in normal adults. *J Music Ther* 1999; 36: 39 – 55.
40. Prickett C. The use of music to aid memory of Alzheimer's patients. *J Music Ther* 1991; 28: 101 – 10.
41. Tusek DL. Effect of guided imagery on length of stay, pain and anxiety in cardiac surgery patients. *J Cardiovasc Manag* 1999; 10: 22 – 8.
42. Hachinski KV, Hachinski V. Music and the brain. *Can Med Assoc J* 1994; 151: 293 – 6.
43. Kenny CB. Embracing complexity: the creation of a comprehensive research culture in music therapy. *J Music Ther* 1998; 35: 201 – 17.
44. Joseph R. The right cerebral hemisphere: emotion, music, visual-spatial skills, body-image, dreams, and awareness. *J Clin Psychol* 1988; 44: 630 – 73.
45. Phelps ME. Positron emission tomography: human brain function and biochemistry. *Science* 1985; 228: 799 – 809.
46. Nowak R. Neurobiology. Brain center linked to perfect pitch. *Science* 1995; 267: 616.
47. Peretz M. Processing of local and global musical information by unilaterally damaged brain patients. *Brain* 1990; 113: 1185 – 205.
48. Schlaug G, Jäncke L, Huang Y, Staiger JF, Steinmetz H. Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia* 1995; 33: 1047 – 55.

49. Shaw GL. Music enhances spatial-temporal reasoning: towards a neurophysiological basis using EEG. Clin Electroencephalogr 1999; 30: 151 – 5.
 50. Field T, Martinez A, Nawrocki T, Pickens J, Fox NA, Schanberg S. Music shifts frontal EEG in depressed adolescents. Adolescence 1998; 33: 109 – 16.
 51. Hughes JR, Daaboul Y, Fino JJ, Shaw GL. The «Mozart effect» on epileptiform activity. Clin Electroencephalogr 1998; 29: 109 – 19.
 52. Cash A, El-Mallakh A. Structure of music may influence cognition. Percept Mot Skills 1997; 84: 66.
 53. Pratt RR. The effects of neurofeedback training with background music on EEG patterns of ADD and AD/HD children. International Journal of Arts in Medicine 1995; 4: 24 – 31.
 54. Rider MS. Effect of immune system imagery on secretory IGA. Journal of Biofeedback and Self Regulation 1990; 15: 317 – 33.
-

Publisert: 20. april 2000. Tidsskr Nor Legeforen.

© Tidsskrift for Den norske legeforening 2026. Lastet ned fra tidsskriftet.no 10. september 2026.