



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

**Dipartimento di Psicologia Generale e
Dipartimento di Neuroscienze**

**Corso di laurea magistrale in Neuroscienze e
Riabilitazione Neuropsicologica**

Tesi di laurea Magistrale

**L'attività fisica nel processo
d'invecchiamento: la danza come
intervento per la malattia di
Parkinson**

**Physical activity in aging process:
dance as intervention for Parkinson's disease**

Relatore
Prof. Antonini Angelo

Laureanda: Farina Maria
Matricola: 2057799

Anno Accademico 2022-2023

INDICE

<i>CAPITOLO 1: L'ATTIVITÀ FISICA IN ETÀ ANZIANA</i>	1
1.1 INVECCHIAMENTO E SUCCESSFULLY AGING	3
1.2 L'ESERCIZIO FISICO NEL PROCESSO D'INVECCHIAMENTO.....	7
1.2.1 Aspetti cognitivi	11
1.2.2 Aspetti motori.....	12
1.2.3 Aspetti cerebrali.....	15
1.3 IL SUPPORTO SOCIALE, LE DIFFERENZE INDIVIDUALI E IL PUNTO DI VISTA DEGLI ANZIANI	18
<i>CAPITOLO 2: LA DANZA: UN BUON ESERCIZIO PER IL CORPO</i>	22
2.1 LA DANZA COME AMBIENTE ARRICCHITO	22
2.2 UN SUPPORTO A FAVORE DI CORPO E MENTE	26
2.2.1 L'impatto della danza sul sistema motorio.....	26
2.2.2 Cervello e cognizione nei danzatori anziani.....	31
2.2.3 L'ippocampo.....	37
2.3 UNA DISCIPLINA SOCIALE CHE FAVORISCE IL BUON UMORE	39
2.4 LA DANZA TRA LE DIVERSE POPOLAZIONI CLINICHE.....	43
<i>CAPITOLO 3: LA DANZA PER LA MALATTIA DI PARKINSON</i>	45
3.1 MALATTIA DI PARKINSON	45
3.1.1 Sintomi motori.....	45
3.1.2 La componente cognitiva e psicologica e l'impatto sulla qualità di vita	49
3.2 LA RILEVANZA DELL'ATTIVITÀ FISICA.....	54
3.3 LA DANZA COME TRATTAMENTO PER LA MALATTIA DI PARKINSON	58
3.3.1 Sintomi motori.....	61
3.3.2 Sintomi non motori.....	67
3.4 IL TANGO	72
<i>CAPITOLO 4: LE REALTÀ NEL TERRITORIO</i>	77
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI:	81

CAPITOLO 1: L'ATTIVITÀ FISICA IN ETA' ANZIANA

1.1 INVECCHIAMENTO E SUCCESSFULLY AGING

La promozione di un invecchiamento sano è un tema di ricerca ampiamente discusso in letteratura, con lo scopo di diffondere attività e stili di vita che possano contrastare, o rallentare, se si considerano possibili esiti patologici, i cambiamenti che l'essere umano a livello motorio, cognitivo e cerebrale affronta. È noto come siano molteplici i fattori che contribuiscono alla ricerca del benessere in una prospettiva life-span, ma in particolare, focalizzando l'interesse nella fascia dell'età adulta e anziana, sono state molteplici le ricerche che estrapolano quali siano i punti di maggior rilevanza per fronteggiare alcune criticità che il processo di aging può provocare. È fondamentale, prima di tutto, esplicitare come l'invecchiamento agisca a diversi livelli, per comprendere meglio quali possono essere i vantaggi che alcuni interventi offrono in base alle loro peculiari caratteristiche.

Se, in primo luogo, ci soffermiamo sull'aspetto cognitivo, emerge che i domini che più risentono dell'età siano quelli riferiti alle cosiddette abilità fluide, maggiormente influenzati da processi di origine genetica e biologica e tra i più compromessi in caso di lesioni cerebrali (Cohen et al., 2019); ad esempio, possiamo citare difficoltà in compiti di memoria episodica e funzioni esecutive (Muiños & Ballesteros, 2021), capacità di problem solving, manipolazione spaziale o velocità di elaborazione (Cohen et al., 2019), le più compromesse risultano la memoria di lavoro, le funzioni esecutive e l'attenzione selettiva e divisa (Oschwald et al., 2019). Al contrario, quel che sembra rimanere quasi invariato nel tempo sono le abilità cristallizzate (Harada et al., 2013), come il linguaggio, la percezione visiva, la conoscenza (Cohen et al., 2019), il vocabolario e la memoria autobiografica (Oschwald et al., 2019), che prendono forma grazie all'educazione, all'apprendimento e alle esperienze di vita (Anstey & Low, 2004). Per quanto riguarda la funzionalità fisica negli anziani, si evidenzia una deambulazione più lenta, difficoltà nel sollevarsi dalla posizione seduta e nell'equilibrio, in

merito alla costituzione un elevato indice di massa corporea a causa dell'aumento del grasso, muscoli più piccoli e più deboli (nelle gambe in particolare) e una minore densità minerale ossea (McPhee et al., 2016); il sistema motorio presenta difficoltà in abilità di più alto livello come processi di controllo e apprendimento, soprattutto in compiti complessi (Ren et al., 2012). Con l'avanzare dell'età è comune che funzionalità e indipendenza diminuiscano a causa della riduzione della capacità fisica (ad esempio forza muscolare, equilibrio) (Lindsay-Smith et al., 2017). Necessario citare anche le problematiche legate alle cadute, fattore che rappresenta una delle principali cause di morte in soggetti over 60, soprattutto se con esiti come trauma cranico o frattura dell'anca, causando disabilità, ricoveri e scarsa qualità di vita (Franco et al., 2020). Il rischio di caduta, a sua volta, dipende da fattori come debolezza muscolare, deficit dell'andatura e dolore (Thomsen et al., 2021). Inoltre in uno studio all'interno di una casa di riposo è stato stimato che la maggior parte delle cadute (61,9%) era dovuto a deficit dell'equilibrio piuttosto che a cause esterne ambientali (ibidem). Zapparoli et al. (2022) hanno evidenziato, tramite una metanalisi, che comprende non solo compiti di esecuzione motoria, ma anche esercizi con immagini mentali (motorie) o paradigmi di previsione motoria, le strategie di coping che questo sistema mette in atto durante il processo di aging. Grazie a tecniche di neuroimaging (fMRI e PET) è emerso che le capacità di controllo motorio sono legate a cambiamenti di natura cerebrale associati all'invecchiamento, nello specifico si parla di un'attivazione non solo delle aree motorie, ma anche di regioni posteriori (corteccia occipito-temporale) riflettendo una minore selettività di reclutamento (Zapparoli et al., 2022). Risulta necessario considerare che la relazione che esiste tra questi tre fattori (motorio, cognitivo e cerebrale) sia di tipo biunivoco e, di conseguenza, non tralasciare che i cambiamenti all'interno di ognuno di essi inevitabilmente influenzano il funzionamento degli altri. Un esempio può essere il fatto che anziani sani presentano il 30-50% in meno di neuroni motori che innervano i muscoli delle gambe, che inevitabilmente

influenzerà il comportamento motorio (McPhee et al., 2016).

A livello cerebrale, l'invecchiamento porta con sé diverse modificazioni che si manifestano a livello morfologico, funzionale, cellulare e molecolare (Blinkouskaya et al., 2021). Il cervello subisce nello specifico a livello morfologico una riduzione dei volumi cerebrali (Rehfeld et al., 2018), un allargamento dei ventricoli (Di Liegro et al., 2019), assottigliamento corticale, atrofia in particolare nelle regioni prefrontali laterali e in altre regioni e strutture quali lobo mediale-temporale, ippocampo e giro paraippocampale (Muiños & Ballesteros, 2021), uniti a degradazione della sostanza bianca (Blinkouskaya et al., 2021). A queste si aggiungono riduzioni dei livelli neurotrofici, alterazioni del sistema cerebrovascolare e un decremento della neurogenesi (Vecchio et al., 2018). Dalle evidenze emerge che la sostanza grigia sembra mostrare i primi segni di atrofia in giovane età (20 anni) (Oschwald et al., 2019) e interessa particolarmente la corteccia prefrontale (opercolo frontale), la corteccia temporale superiore, insulare e parietale frontale e inferiore (Ahn et al., 2022). In particolare è presente una perdita di volume a livello dell'ippocampo (Vecchio et al., 2018), causato da un restringimento delle cellule e una minore densità sinaptica (Rehfeld et al., 2018). Tra le possibili cause sembrava ci fosse la diminuzione del numero dei neuroni conseguente alla loro morte (Harada et al., 2013), ma teorie più accreditate al momento sostengono che la motivazione principale è la diminuzione della loro dimensione e delle connessioni che intercorrono tra gli stessi (Ahn et al., 2022). L'entità della perdita di volume nella sostanza bianca (che a sua volta presenta degenerazione degli assoni e della mielina) è di gran lunga maggiore e sembra seguire un andamento ad U (ibidem), con una diminuzione del 16-20% dopo i 70 anni in soggetti normali (Harada et al., 2013). Tra i fattori che contribuiscono all'invecchiamento della sostanza bianca ci sono anche lesioni e microsanguinamenti cerebrali, a livello microscopico alterazioni a carico della mielina e degli oligodendrociti (Ahn et al., 2022). Brevemente, tra i modelli di aging cerebrale possiamo menzionare il modello HAROLD (Cabeza, 2002) che

spiega gli effetti dell'invecchiamento sull'attività cerebrale durante prestazioni cognitive, le quali prevedono un'attivazione della corteccia pre-frontale meno lateralizzata rispetto ai giovani; la natura di questi cambiamenti sembra essere di tipo compensatorio. Il modello CRUNCH invece sostiene che vengono reclutate delle aree aggiuntive oltre a quelle deputate classicamente ad un certo compito motorio o cognitivo (Berlingeri et al., 2012). Infine, il modello PASA si riferisce allo spostamento di attivazione da regioni posteriori ad anteriori con un decremento dell'attività occipitale ed un aumento di quella frontale attribuito anche in questo caso a fenomeni di compensazione (Davis et al., 2007). L'attivazione di più aree cerebrali, rispetto a quelle strettamente necessarie, unita ad una maggiore elaborazione neurale di fronte a diversi stimoli sono, quindi, segni di un invecchiamento a livello funzionale, messi in atto per ottenere prestazioni comparabili a quelle di soggetti con età inferiori (Muiños & Ballesteros, 2021).

È utile però ricordare come le modificazioni a cui va incontro il sistema nervoso centrale, non escludano la sua capacità di essere plastico e che la neuroplasticità si esprima a livello funzionale e morfologico anche in età anziana, soprattutto se stimolata da determinati fattori che verranno di seguito affrontati.

È importante sottolineare che se si parla di invecchiamento, non risulta esaustivo trattare esclusivamente i processi di deterioramento e declino cognitivo ma, adottando una visione proattiva, risulti necessario spostare l'attenzione sui meccanismi che modificano (con orientamento positivo) le traiettorie di sviluppo, che esse si riferiscano ad un invecchiamento normale o patologico e di conseguenza sulle possibili modalità d'intervento, che mitigino o prevengano il declino cognitivo età correlato (Erickson et al., 2022).

Dopo aver affrontato, in linea generale, i modi con cui l'invecchiamento agisce, è possibile focalizzare l'attenzione sulle strategie che si possono mettere in atto al fine di riscontrare effetti positivi in termini di benessere e prevenzione. È infatti ampiamente dimostrato che

adottare determinate precauzioni sia utile a diminuire il rischio di incorrere in patologie di tipo neurologico, così come cardiovascolare e metabolico. Affrontare i fattori che inducono un invecchiamento sano significa ricercare una maggiore chiarezza, che porti ad una comunicazione specifica e puntuale ed un consapevole utilizzo dei trattamenti (ibidem). Sono ormai consolidate alcune buone abitudini e atteggiamenti che aiutano ad avere un invecchiamento di successo, tra queste devono essere citate l'utilizzo di una dieta varia ed equilibrata, i ritmi sonno-veglia, la gestione dello stress, l'utilizzo di sostanze nocive (quali fumo e alcolici) e l'attività fisica (Friedman, 2020). Ottenere un invecchiamento cosiddetto di successo è un tema dibattuto, oltre per l'impatto che può avere nella ricerca del benessere e nella riduzione del rischio di sviluppo di malattie croniche, anche per i possibili esiti in ambito economico organizzativo. Wahl (2020), passa in rassegna, mettendone anche in luce le criticità, sei modelli di successful aging, esortando, infine, ad avere una visione flessibile su quella che può essere la definizione di invecchiamento di successo data la sua natura multifattoriale (Wahl, 2020). È utile, in questo caso, porre l'attenzione non solo sulle evidenze che promuovono la longevità, ma anche dare spazio ai vissuti soggettivi e le esperienze personali degli anziani stessi, con lo scopo di capire cosa per loro si intenda con invecchiamento di successo. Reich et al. (2020), tramite una revisione di studi condotti in più paesi del mondo dal 2010 al 2020, concludono che un invecchiamento sano, per anziani laici, si ottiene con un atteggiamento positivo, l'indipendenza e un buon funzionamento fisico e cognitivo (Reich et al., 2020).

1.2 L'ESERCIZIO FISICO NEL PROCESSO D'INVECCHIAMENTO

Il fattore a cui verrà data attenzione è l'ultimo sopracitato: l'attività fisica. In molti studi è riportato che (dato diffuso dall'Organizzazione Mondiale della Sanità), la popolazione adulta e anziana è in continuo aumento e la stima prevista è di 1.6 miliardi nel 2050, ovvero il 16%

della popolazione mondiale (Lin et al., 2020), aumentando il probabile numero di soggetti con declino cognitivo e di conseguenza la richiesta di risorse sanitarie (Muiños & Ballesteros, 2021). Di fronte a tale prospettiva e all'evidenza che l'inattività fisica contribuisca a condizioni quali obesità, cancro, sarcopenia, malattie cerebrovascolari e fragilità (Hwang & Braun, 2015), la necessità di approfondire i possibili metodi atti a diminuire i rischi di determinate patologie, quali per esempio malattie cardiovascolari, diabete, ipertensione e demenze, risulta evidente. Sebbene risulti che la capacità di attività aerobica e la tolleranza ai cambiamenti ambientali (caldo, freddo, stress) sia inferiore in soggetti anziani, la capacità dell'organismo di adattarsi all'attività fisica, sembra essere ben conservata (o semplicemente richieda un arco temporale più lungo) (Erickson et al., 2022), così come la struttura e la funzionalità dei sistemi cardiorespiratorio, metabolico e muscolo-scheletrico possono essere migliorati (McPhee et al., 2016). Considerando, inoltre, i cambiamenti fisiologici dettati dall'invecchiamento, ad esempio bassa pressione sanguigna, basso indice di massa corporea, aumento di peso e adiposità, sarcopenia e calo della densità minerale ossea (ibidem), l'attività fisica sembra una delle poche abitudini che migliora un'ampia gamma di queste alterazioni ed è associata a maggiore salute mentale e integrazione sociale (Erickson et al., 2022). Dalla revisione di Lin et al. (2020) emergono due punti fondamentali: il primo tratta l'evidenza per cui l'attività fisica si dimostra un fattore di protezione in misura maggiore per un gruppo meno anziano rispetto a quello più anziano, sottolineando come sia cruciale curare uno stile di vita attivo fin dalla giovane età; il secondo evidenzia l'impatto che l'attività fisica ha sulla prevenzione di malattie croniche, sull'incremento della longevità e la conseguente diminuzione della mortalità e, per ultimo, ma non meno importante, sulla possibilità di vivere più a lungo in modo indipendente, elemento precedentemente individuato come un rilevante fattore soggettivo (Lin et al., 2020). È vero, infatti, che non è secondario trattare quali siano le ripercussioni che i processi di aging, siano essi variazioni fisiologiche dovute ad un

invecchiamento normale o fenomeni di deterioramento cognitivo, possono avere nelle attività della vita quotidiana (ADL), la cui compromissione, in particolar modo in quadri patologici, crea disagio non solo psicologico, ma anche di tipo organizzativo ed economico. Si nota, infatti come in alcuni casi le raccomandazioni prevedano sia esercizi di rafforzamento delle gambe, ma anche training di tipo funzionale (camminare, alzarsi sulla sedia, esercizi di equilibrio, giochi) (McPhee et al., 2016), sottolineando la direzione ecologica dell'intervento e la necessità che questo poi possa essere generalizzato ad aspetti della quotidianità.

L'attività fisica è, di base, positivamente associata ad un invecchiamento sano ed al mantenimento di un'età biologica più giovane rispetto a quella anagrafica. Una delle variabili da tenere in considerazione, però, è l'intensità con cui essa viene affrontata (Daskalopoulou et al., 2017) e il tipo attività o esercizi che vengono presi in esame, aspetti che possono condizionare i risultati di studi e revisioni e il cui mancato approfondimento viene spesso citato come limite; un intervento lungo a bassa intensità, rispetto a sessioni più brevi con esercizi pesanti si suppone differiscano sia nell'effetto che producono, che nei meccanismi cognitivi interessati (Erickson et al., 2022). Le evidenze più numerose riguardano principalmente l'attività aerobica e gli effetti che apporta a livello motorio, cognitivo e cerebrale (di cui si parlerà successivamente): la causa potrebbe essere che essa sia una delle attività più facilmente praticabili e rilevabili nella popolazione. Vi sono però alcuni studi che distinguono tra vari tipi di attività fisica, o più in particolare, con che frequenza o durata l'attività è stata o dovrebbe essere eseguita. Krivanek et al. (2021), in un update di una revisione effettuata dieci anni prima, trattano vari fattori raccomandati per un invecchiamento di successo e le relative evidenze, tra questi troviamo nuovamente una dieta sana, stimolazione cognitiva, riduzione dell'utilizzo di sostanze, gestione dello stress e del sonno, l'impegno sociale e l'attività fisica; rispetto a quest'ultima, si riporta che l'esercizio fisico sia raccomandato da di più di un'organizzazione che si occupa di salute fisica e mentale (per

esempio WHO, American Heart Association, Institute of Medicine, Alzheimer's Association). Entrando più nello specifico, in questa revisione si raccomandano specifiche durate di esercizio, ovvero 150 minuti di attività a intensità moderata, o 75 minuti a intensità più elevata, a settimana. Inoltre, vengono consigliati, almeno due volte a settimana, esercizi di potenziamento dei principali distretti muscolari, oltre all'attività aerobica (Krivanek et al., 2021). Chodzko-Zajko et al. (2009) nella loro review considerano diversi tipi di esercizio fisico e i rispettivi benefici, in particolare l'attività aerobica, esercizi che allenano la resistenza e altri ancora che si concentrano sulla flessibilità e sull'equilibrio. Concludono anche in questo caso che l'impatto che l'attività fisica può avere sul declino cognitivo è influenzata dalla durata e dall'intensità con cui viene praticata (Chodzko-Zajko et al., 2009). Le raccomandazioni emerse dalla letteratura revisionata da McPhee et al. (2016), che comprendevano esercizi per la muscolatura delle gambe e training funzionale, erano, invece, consigliate con frequenza di 2 o 3 volte a settimana con sessioni da 45 minuti.

Possiamo entrare ancora più nello specifico, distinguendo i vari livelli che l'esercizio fisico può influenzare (cognitivo, motorio e cerebrale), sempre nell'ordine di una maggiore comprensione degli interventi specifici e della loro utilità, basata sulle evidenze raccolte sull'attività fisica generica, intesa come fattore protettivo contro i cambiamenti neurofisiologici e come fonte di benessere per la persona (McPhee et al., 2016). Come già è stato accennato in precedenza, è importante ricordare (a maggior ragione se si parla di attività fisica) l'impatto che le azioni del corpo possono avere sulla salute del cervello, in termini cognitivi e cerebrali, in altre parole come i vari fattori in questione si influenzino reciprocamente. Erickson et al. (2022) ricordano, infatti, che corpo e cervello non operano separatamente e che studiare gli effetti sull'uno e sull'altro aiuta solo a conferire più schematicità (Erickson et al., 2022).

1.2.1 ASPETTI COGNITIVI

Iniziando, anche in questo caso, da come il muoversi si rifletta sulle abilità cognitive prendiamo in considerazione l'ultima rassegna citata (Chodzko-Zajko et al., 2009), che riporta miglioramenti a breve termine in domini quali memoria, attenzione e tempi di reazione, in un gruppo di anziani esposti ad esercizio aerobico; inoltre, la combinazione di quest'ultimo unito ad un allenamento di resistenza, produce miglioramenti più sostenuti, in particolari in compiti di controllo esecutivo. Un'ulteriore informazione riportata, che sarà utile successivamente, è che sono stati riscontrati effetti positivi ancora più ampi, nel caso in cui l'esercizio fisico fosse associato ad esercizi di tipo cognitivo. Domingos et al. (2021) affermano che, tramite EEG, l'esercizio acuto è stato associato a un miglioramento delle prestazioni nei compiti esecutivi (Domingo et al., 2021). Weuve et al. (2004) hanno studiato gli effetti di un'attività regolare e a lungo termine su circa 18.000 donne anziane (dai 70 anni in su), tra i risultati c'erano migliori prestazioni a test generali (MMSE) e in prove di memoria con materiale di tipo verbale, attenzione e fluenza semantica (Weuve et al., 2004). In una metanalisi condotta da Phillips (2017) troviamo evidenze di ripercussioni cognitive a seguito di attività fisica ad alta intensità, la quale sembra implementare capacità di memoria e apprendimento (Phillips, 2017). Una revisione di 29 studi (n = 2049) di Smith et al. (2010) conferma che l'esercizio aerobico sembra migliorare memoria, attenzione, velocità di elaborazione e funzioni esecutive, con risultati meno consistenti per quanto riguarda la memoria di lavoro (Smith et al., 2010). In ulteriori metanalisi che analizzano performance cognitive a seguito di esercizi aerobici, si evidenziano prestazioni migliori di memoria, attenzione, velocità di elaborazione e funzioni esecutive. Inoltre gli autori distinguono effetti di allenamento aerobico, esercizi di forza ed interventi che comprendessero entrambi: nel primo caso i domini che traevano beneficio sembravano essere l'attenzione e la memoria, anche di tipo spaziale; nel secondo caso, donne anziane che hanno eseguito per 12 mesi

esercizi di resistenza da una a due volte alla settimana, avevano migliori prestazioni in compiti che coinvolgevano le funzioni esecutive (attenzione selettiva e risoluzione di conflitti), in interventi da 6 mesi per due volte a settimana, i miglioramenti emergevano i compiti di controllo inibitorio. Per quanto riguarda gli interventi combinati, dopo 6 mesi, le abilità che sembravano beneficiarne erano nuovamente le funzioni esecutive (inibizione) (Kirk-Sanchez & McGough, 2013).

Gli studi sembrano dunque concordare sugli effetti e sui domini che l'attività fisica porta con sé a livello cognitivo; è necessario però esplicitare che i risultati spesso non trattano in modo specifico temi come la durata e la frequenza necessaria a rendere un allenamento fisico efficace, ciò non toglie che la relazione tra esercizio e attività fisica sia mediata dall'intensità con cui se ne fa uso (ibidem). In merito alla necessità di precisione necessaria a definire con quale frequenza e durata l'esercizio fisico debba essere attuato, si segnala un progetto molto dettagliato di Cordes et al. (2019) che include diversi tipi di interventi e misurazioni per specifiche durate e frequenze, aiutandoci a considerare una visione più cognitivo-motoria piuttosto che prettamente cognitivo. Si tratta di un intervento atto a migliorare la funzionalità fisica e cognitiva, così come il benessere psicosociale. Esso prevede un intervento ricco di stimoli di origine cognitiva (compito singolo o doppio compito di tipo attentivo o esecutivo) e motoria (esercizi di forza, flessibilità e resistenza). Per quanto riguarda la frequenza si componeva di 32 sessioni della durata di 45-60 minuti, per 16 settimane (2 volte a settimana). Le misurazioni che venivano effettuate erano di tipo cognitivo (Serial Sevens Test, Verbal Fluency Test, MoCA), motorio (Short Physical Performance Battery, Barthel Index, Hand Grip Strength, Falls Efficacy Scale-International) e psicosociale (Center for Epidemiological Studies Depression Scale, Health Survey SF12) (Cordes et al., 2019).

1.2.2 ASPETTI MOTORI

Introducendo gli effetti dell'esercizio a livello motorio, premettiamo alcune evidenze rispetto

a miglioramenti di specifiche caratteristiche del corpo che possano sostenere una buona funzionalità fisica. L'attività, infatti, sembra avere ripercussioni positive, in caso di training aerobico, a livello di composizione corporea e salute delle ossa; il training di resistenza porta gli stessi esiti, con annesso incremento di forza, potenza e resistenza muscolare (Erickson et al., 2022). Per quanto concerne la dimensione motoria, è necessario introdurre il concetto di fragilità e come questa possa trarre vantaggio dall'attività fisica. Il termine "fragilità"¹ risulta essere aperto a diverse interpretazioni, le quali di conseguenza generano differenti traiettorie di studio, un concetto che tocca varie dimensioni e influenza più ambiti, come andatura, mobilità, equilibrio, forza muscolare, cognizione e attività fisica, ed è direttamente correlato ad esiti negativi, come cadute, disabilità, necessità di cure prolungate nel tempo (De Labra et al., 2015). Condividendo una delle missioni della psicologia dell'invecchiamento, della salute e della medicina geriatrica, è fondamentale lo studio dei fattori di prevenzione che mantengano una buona riserva funzionale di fronte a condizioni di stress e che ostacolino il declino fisico, il quale genererebbe a sua volta una maggiore probabilità di sviluppare disabilità e perdita di autosufficienza (Angulo et al., 2020; Taylor et al., 2023). È evidente, inoltre, che il miglioramento della funzionalità fisica si ripercuota nella prestazione delle ADL (De Labra et al., 2015), trovando, necessariamente, un punto di incontro tra rilevazioni di carattere univocamente neurofisiologico e dati che rispecchino maggiormente le difficoltà che i processi di aging creano nella vita quotidiana. Angulo et al. (Angulo et al., 2020) approfondiscono la patofisiologia che porta ad un costante aumento di fragilità, alla base della quale troviamo alcuni dei processi comuni anche al processo di aging, tra cui un'inflammatione cronica latente data da elevati livelli subclinici di citochine pro-infiammatorie (infammaging) e alterazioni a carico del sistema endocrino, i cui effetti,

¹ C. De Labra et al., *Effects of physical exercise interventions in frail older adults: a systematic review of randomized controlled trials*, BMC Geriatrics, 2015, 15 (1).

insieme ad altri fattori, portano ad una disfunzione multisistema. Sostengono che l'attività fisica preservi molti di questi sistemi chiave colpiti dall'invecchiamento (per esempio quello cardiovascolare o endocrino) e anche in questo caso, i programmi che presentano più componenti sembrano essere i più efficaci (Angulo et al., 2020). Sembra che più una persona svolga compiti attivanti, tanto più si espanda la sua capacità fisica e ciò determinato da un incremento della funzionalità di sistemi come quello neuromuscolare (coordinazione dei movimenti), cardiopolmonare (distribuzione di ossigeno e sostanze nutritive) e metabolico (glucosio e acidi grassi) (McPhee et al., 2016). Risultati statisticamente significativi sono emersi in relazione a mobilità, cadute (Lindsay-Smith et al., 2017), composizione corporea, andatura (De Souto Barreto et al., 2019), equilibrio e forza muscolare per anziani fragili; inoltre, i trattamenti che si focalizzano su più di un esercizio, allenando più abilità, riscuotono più successi rispetto a quelli a singolo esercizio e che si concentrano su una sola componente (De Labra et al., 2015). Tra i risultati principali troviamo un incremento della forza e della massa muscolare, un aumento della velocità di cammino, maggior forza nel salire le scale, punteggi migliori al TUG (Time Up and Go test), miglior equilibrio e capacità aerobiche (ibidem). Anche Taylor et al. (Taylor et al., 2023) sottolineano come negli ultimi anni l'esercizio fisico sia sempre più incluso in interventi per prevenire la fragilità negli anziani, nell'ordine di limitare gli effetti della sedentarietà e conseguente lentezza e debolezza muscolare. Tenere un buon livello di attività fisica incrementa anche i livelli di equilibrio, la coordinazione e diminuisce il rischio di cadute, riducendone il tasso del 23% (Thomsen et al., 2021), e la conseguente possibilità di frattura, infatti, la struttura e la funzionalità dell'apparato muscoloscheletrico sembrano beneficiare di un allenamento regolare (McPhee et al., 2016). A livello acuto, un miglioramento delle prestazioni di controllo motorio fine è stato rilevato in uno studio EEG (Domingos et al., 2021). Queste evidenze a livello motorio, come quelle in relazione agli altri livelli di indagine, saranno poi utili come introduzione per

riflessioni su terreno clinico. Si vedrà, infatti, che i benefici portati dall'esercizio a popolazioni che godono di un invecchiamento fisiologico normale, verranno ricondotti a traiettorie di invecchiamento patologico, poiché, a maggior ragione in quest'ultimo campo, l'attività fisica interviene su criticità che riguardano la popolazione intera, ma in modalità e misure differenti.

1.2.3 ASPETTI CEREBRALI

È necessario ora entrare nel merito di come l'esercizio fisico entri in gioco per contribuire alla salute cerebrale. In base alla letteratura, nella maggioranza dei casi, praticare attività fisica produce effetti positivi in termini di neurogenesi e sinaptogenesi, incremento del volume cerebrale e livelli di BDNF (fattore neurotrofico cerebrale), essenziale per la crescita, la maturazione, la sopravvivenza e la funzione delle cellule cerebrali (Vecchio et al., 2018). Krivanek et al. (2021) affermano che 1) l'esercizio fisico aumenta neurogenesi, sinaptogenesi e vascolarizzazione cerebrale, 2) i livelli di BDNF si alzano sia dopo semplici esercizi che dopo periodi più prolungati di allenamento e 3) fare attività fisica attenua la perdita di volume cerebrale (Krivanek et al., 2021). Riportano inoltre uno studio di Erickson et al. (2011) dal quale è emerso che, rispetto ad un gruppo di controllo (diminuzione del volume dell'ippocampo dell'1.5% nell'arco di un anno), il gruppo di anziani che praticava esercizi aerobici mostrava un aumento del 2% del volume ippocampale (Erickson et al., 2011). Nella revisione di Vecchio et al. (2018) i risultati emersi a favore dell'attività fisica, in esperimenti su roditori, si estendono oltre alla neurogenesi dell'ippocampo: riportano che la corsa sulla ruota aumenti la produzione di cellule a livello della giunzione stretta e della barriera ematoencefalica; nei topi anziani, ancora, riduce il livello di citochine nell'ippocampo e l'attivazione della microglia (Vecchio et al., 2018). A livello della neurotrasmissione invece, l'esercizio aerobico da media ad alta intensità (20-120 minuti) sembra influire sui diversi sistemi neurotrasmettitoriali, tra cui dopamina, serotonina, noradrenalina, acetilcolina e

glutammato, pare, infatti, che un'attività fisica ad alta intensità rinforzi i tessuti dei neurotrasmettitori eccitatori. Più nello specifico, è noto che il BDNF altera la trascrizione genica pre e post-sinaptica, il cui aumento (BDNF), dovuto ad un incremento dell'esercizio, è correlato all'espressione di diverse proteine coinvolte nel rilascio di neurotrasmettitori e nella loro ricaptazione (es. NMDAR), migliorando la neurotrasmissione (ibidem). Ricollegandosi al secondo punto citato precedentemente dallo studio di Krivanek et al (2021), da studi in vitro, è emerso che le modificazioni che il BDNF provoca in meccanismi come la sintesi proteica, presentano tempistiche tendenzialmente lunghe (ore) e sono localizzate a livello di dendriti e assoni (sintesi proteica nei terminali pre e post-sinaptici), ma anche che la sovrapproduzione di molecole di trasduzione sia responsabile degli effetti a breve termine su prestazioni cognitive (Krivanek et al., 2021).

Dagli studi di Stillman et al. (2020) sembra che l'esercizio aumenti anche il flusso sanguigno cerebrale, permettendo maggiore apporto di ossigeno, sostanze nutritive e fattori di crescita (Stillman et al., 2020). Colmenares et al. (2021) conducono uno studio dal quale emerge che l'esercizio fisico, in particolare quello aerobico abbia conseguenze positive a livello di sostanza bianca e plasticità (Colmenares et al., 2021). Ancora, Phillips (2017) rileva una riduzione del declino del tessuto corticale in regioni frontali, temporali e parietali e un aumento del volume dell'ippocampo (Phillips, 2017). A livello cellulare, in esperimenti con topi anziani, l'esercizio sul tapis roulant incrementa la neurogenesi ippocampale e la proliferazione e dimensione degli astrociti (Di Liegro et al., 2019). Tramite studi che indagano il legame tra esercizio fisico e cambiamenti cerebrali utilizzando la risonanza magnetica strutturale e funzionale, si è riscontrato un maggior volume di sostanza grigia in regioni come l'ippocampo e corteccia prefrontale e lesioni meno gravi e una migliore microstruttura della sostanza bianca; a livello funzionale una relazione positiva tra attività fisica e connettività funzionale (Domingos et al., 2021). Panagiotou et al. (2021), infine,

riportano che la perdita del volume dell'ippocampo in soggetti anziani può essere ripristinata con un anno di camminata (Panagiotou et al., 2021).

Dopo aver portato alcune evidenze in merito ai benefici dell'esercizio in termini strutturali e funzionali, è fondamentale riportare le ripercussioni che possono esserci in termini di plasticità cerebrale, ovvero la capacità del cervello di adattarsi a stimoli interni ed esterni (Di Liegro et al., 2019) e di promuovere neurogenesi e nuove connessioni in risposta a stimoli psicofisiologici (De Sousa Fernandes et al., 2020). Dalla letteratura emerge che, attraverso esercizi stimolanti dal punto di vista cardiovascolare, che influenzano il consumo energetico e i processi metabolici, è possibile aumentare il grado di plasticità neurale (Muiños & Ballesteros, 2021). Ancora più nello specifico, sembrano essere i livelli di neurotrofine, a favorire i processi di plasticità indotti dall'esercizio (Phillips, 2017) e a prevenire la neurodegenerazione. Già è stato affermato che l'esercizio favorisce il rilascio di neurotrofine, queste ultime, in particolare il BDNF (Domingos et al., 2021), facilitano la plasticità e la neurovascolarizzazione (Kirk-Sanchez et al., 2013), oltre che a giocare un ruolo cruciale nel mantenimento, nella crescita e nella plasticità sinaptica dei neuroni (Phillips, 2017). De Sousa Fernandes et al. (2020), nella loro metanalisi, portano gli effetti riscontrati in letteratura dell'attività fisica sulla neuroplasticità, oltre al già citato incremento di fattori neurotrofici, l'esercizio aerobico sembra aumentare il numero di cellule nel giro dentale, nell'ippocampo, nella corteccia prefrontale e nella corteccia orbitale; essere attivi ha inoltre incrementato la differenziazione, la proliferazione e la sopravvivenza cellulare nell'ippocampo dei ratti (De Sousa Fernandes et al., 2020). Sempre nella review di Phillips (2017) sono riportate svariate evidenze di neuroplasticità post attività fisica: se a lungo termine essa aumenta la lunghezza e il numero dei dendriti, nei topi sono emerse alterazioni nell'arborizzazione e nella morfologia della colonna vertebrale e aumenti dei precursori delle cellule neurali (Phillips, 2017). Per quanto riguarda la neuroplasticità dell'ippocampo, l'aumento della neuroplasticità può

avvenire a seguito di attività fisica volontaria e un ambiente arricchito (Ramírez-Rodríguez et al., 2022). Rispetto al tipo di esercizio sembra che sia l'allenamento aerobico che quello di resistenza e forza promuovano la salute cerebrale tramite un'aumentata plasticità (Hortobágyi et al., 2022), gli esercizi di coordinazione la influenzano tramite richieste neurocognitive, per cui tanto più l'esercizio appare complesso, tanto più gli effetti sulla plasticità sono maggiori (Muiños & Ballesteros, 2021).

1.3 IL SUPPORTO SOCIALE, LE DIFFERENZE INDIVIDUALI E IL PUNTO DI VISTA DEGLI ANZIANI

Prima di trattare quello che è il punto centrale di questo elaborato è necessario non tralasciare un altro paio di riflessioni che saranno utili nel comprendere il valore dell'intervento che verrà preso in considerazione: l'isolamento sociale (supporto sociale), le differenze individuali e il punto di vista degli anziani. Inizialmente sono stati elencati vari fattori che contribuiscono ad un invecchiamento sano, di successo, le abitudini nella vita quotidiana come l'esercizio fisico e la dieta per primi influenzano la grande eterogeneità interindividuale che il declino cognitivo presenta, ma tra questi sono citati anche fattori quali interazioni sociali e livelli di felicità nella vita degli anziani (Kattenstroth et al., 2013), caratteristiche che si legano ad un concetto di benessere in termini più psicologici che fisiologici e che determinano esiti diversi tra di loro. Partendo dal presupposto che la rete sociale sia uno degli elementi fondamentali per costruire il proprio benessere psicologico, osserviamo che soprattutto nella fascia di età anziana l'isolamento sociale è un fenomeno in crescita che affligge parte della popolazione, si stima che circa 7,7 milioni (24%) di anziani residenti in comunità siano socialmente isolati (Cudjoe et al., 2018). Godere di un buon supporto sociale è, invece, cruciale per promuovere un buon invecchiamento cognitivo, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) identifica il supporto sociale come una caratteristica

determinante dell'invecchiamento attivo, che aumenta soddisfazione, benessere soggettivo e autoefficacia (Lindsay-Smith et al., 2017). In uno studio con 2249 donne anziane sane la dimensione della rete sociale era stata, infatti, associata ad un minor rischio di deterioramento cognitivo (Krivanek et al., 2021). L'isolamento sociale è associato anche ad un maggior declino cognitivo, una maggiore neuroinfiammazione e livelli più alti di betamiloide e più bassi di BDNF e neurogenesi (ibidem).

In relazione all'esercizio fisico, il supporto sociale rientra, inoltre, tra le principali fonti di motivazione per intraprendere e mantenere abitudini attive come l'attività fisica (Spiteri et al., 2019); le interazioni sociali, l'incoraggiamento e la convinzione sugli effetti benefici dell'esercizio sulla salute mentale ne facilitano la partecipazione (McNeely et al 2015).

Considerando che il 23% degli adulti a livello globale non è sufficientemente attivo, con alcuni paesi ad alto reddito che presentano tassi di inattività fino al 54%, Lindsay-Smith et al. (2017), che hanno messo in relazione le variabili supporto sociale ed attività fisica tramite una revisione di studi, affermano che anziani con maggiore sostegno, soprattutto da parte della famiglia, hanno più probabilità di essere più attivi e che le persone più sole avevano livelli di attività inferiori (Lindsay-Smith et al., 2017).

I motivi per cui gli anziani tendono a muoversi meno sono, per esempio, la necessaria presenza di un istruttore in alcuni casi, la disponibilità economica, il disagio fisico o la paura di cadere (McNeely et al 2015) e già in precedenza è stato accennato a come l'impatto che l'esercizio fisico ha sui diversi livelli, sia a sua volta modulato da variabili come l'intensità e la frequenza. In aggiunta, altri fattori sembrano modulare l'efficacia dell'allenamento, tra queste il sesso, l'età e la genetica, suggerendo che esistano diverse finestre entro le quali diversi fattori e contesti promuovono od ostacolano i benefici apportati dall'esercizio (Erickson et al., 2022). Sembra, inoltre, che le abitudini di esercizio differiscano anch'esse a seconda del sesso e delle varie fasce di età (Molanorouzi et al., 2015), ma anche in base al

reddito, all'etnia e alla disabilità: gli anziani in posizioni socioeconomiche più elevate hanno maggiori probabilità di mantenere elevati livelli di attività fisica (McPhee et al., 2016). Il sesso e le variabili demografiche sembrano essere fattori che incidono anche sulla motivazione a muoversi: per esempio le donne erano più inclini ad essere motivate dall'aspetto esteriore o il controllo del peso, mentre gli uomini da temi quali sfida, forza e competizione (Molanorouzi et al., 2015). Anche nell'isolamento sociale esistono molte differenze interindividuali, gli studi sono contrastanti, ma pare che il genere maschile, così come la razza (appartenenza a minoranze) e il reddito, si associno ad un maggiore stato di isolamento (Cudjoe et al., 2018).

Ponendo l'accento su come gli anziani valutino e vivano l'invecchiamento di successo e l'attività fisica, dalla letteratura si evince che alcuni anziani credono ancora che l'attività fisica non sia necessaria o addirittura potenzialmente dannosa, altri, invece, riconoscono i benefici dell'attività fisica, ma segnalano una serie di ostacoli alla partecipazione all'attività fisica (Franco et al., 2015). Gli elementi che bloccano questo coinvolgimento sono per esempio condizioni mediche preesistenti, bassa autoefficacia, limitazioni fisiche e vincoli di tempo (Hwang & Braun, 2015). Con lo scopo di rendere uno stile di vita attivo più appetibile alla fascia di età adulta e anziana, è necessario considerare che questa fascia di popolazione ritiene che mantenere bassi i costi, rendere le sessioni piacevoli ed essere rassicurati sulla sicurezza delle attività aiuterebbe ad aumentarne il coinvolgimento (ibidem).

Franco et al. (2015) condividono delle strategie per perseguire questo scopo, ovvero una maggiore sensibilizzazione riguardo i benefici necessari e la minimizzazione dei rischi percepiti dell'attività fisica, così come migliori condizioni di accesso ambientale ed economico alle opportunità di attività fisica (Franco et al., 2015). È quindi fondamentale mantenere la motivazione ad intraprendere e mantenere l'esercizio fisico, in una fase iniziale pare che siano le fonti di motivazione estrinseche a spingere la scelta di intraprendere un

percorso di attività fisica, mentre per mantenerlo i principali motori siano quelle intrinseche (Molanorouzi et al., 2015); più in generale offrire un tipo di attività fisica che soddisfi bisogni e motivazioni primarie degli individui può risultare più efficace (ibidem).

Promuovere un invecchiamento sano significa contribuire alla diffusione di comportamenti e abitudini che garantiscono una buona qualità di vita (QOL) e aiutare la popolazione anziana ad affrontare, sia fisicamente che psicologicamente, le modificazioni a cui vanno incontro corpo e mente. Non casualmente, la scelta tra i trattamenti che possono contribuire ad uno sviluppo sano è ricaduta sull'attività fisica, che è positivamente associata ad un miglior senso di autoefficacia, ad una maggiore autostima (Awick et al., 2017) e ad una buona qualità di vita (Chodzko-Zajko et al., 2009); sembra che condurre un invecchiamento attivo in generale si associ a buoni livelli della QOL (Marzo et al., 2023). Da uno studio di An et al. (2020) con 2345 adulti sani risulta che l'attività fisica di elevata intensità sia positivamente associata ad una buona qualità di vita ed a livelli più alti di felicità, consigliando l'esercizio a tutte le tre fasce di età (An et al., 2020).

Fino a questo punto si è quindi parlato degli effetti dell'invecchiamento fisiologico che segue una traiettoria non patologica e di come adottare uno stile di vita sano, in particolare di come tenersi attivi ed allenati prevenga i segni del tempo e favorisca il benessere.

CAPITOLO 2: LA DANZA: UN BUON ESERCIZIO PER IL CORPO

2.1 LA DANZA COME AMBIENTE ARRICCHITO

Una volta passate in rassegna alcune delle evidenze che mostrano l'impatto positivo dell'attività fisica su mente e corpo, è possibile restringere maggiormente il campo ad una specifica forma di esercizio che è stato in alcuni casi studiato e documentato per la sua particolare natura ed elevata fattibilità. Verrà posta l'attenzione sulla danza in ogni sua forma, come disciplina che allena l'essere umano nella sua interezza e che può avere ripercussioni positive su tutti i livelli d'indagine finora indagati. In letteratura esistono studi e metanalisi su come la danza è stata utilizzata in vari ambiti con diversi scopi e fasce d'età, in ambito clinico nasce negli anni '40 in occidente per poi svilupparsi a livello mondiale cinquant'anni dopo (Koch et al., 2019). Anche in questo caso, ci si concentrerà in particolare sulla fascia anziana e, in questo capitolo, su soggetti sani, per poi aprire lo sguardo su come la sua utilità si possa allargare alla patologia. Prima di tutto, si vuole dare una piccola visione sulla danza, associandola, quale attività sportiva ed artistica, a conoscenze di carattere più neuropsicologico. Il concetto di ambiente arricchito, inteso come maggiore stimolazione sensoriale, cognitiva, motoria e sociale (Hannan, 2014), è conosciuto per esperimenti sui roditori che mostravano migliori prestazioni cognitive ed effetti positivi in alcune regioni cerebrali (Ohline & Abraham, 2019). Sembra infatti che l'ambiente arricchito (o Environmental Enrichment, EE) possa modificare sia la struttura che la funzionalità del cervello, aumentarne il peso e la neurogenesi (Macartney et al., 2022). È stato dimostrato, in roditori adulti, che questo tipo di stimolazione cognitiva, fisica e sociale può agire a livello delle sinapsi, modificandone la struttura e la funzione, migliorando capacità mnestiche e di apprendimento, ma non solo, essa, infatti, aumenta la produzione di fattori neurotrofici e modula la neuroinfiammazione e le alterazioni del DNA (Baliotti & Conti, 2022). Ohline e Abraham (2019) riportano alcuni di queste conseguenze benefiche a livello dell'ippocampo:

in particolare in CA1 e nel giro dentato, l'eccitabilità delle cellule e la plasticità sinaptica sembrano migliorare dopo un'esposizione a breve termine o periodica ad un ambiente arricchito; se invece si parla di esposizione a lungo termine sembra che questi effetti siano molto meno evidenti (Ohline & Abraham, 2019). Mora (2013) identifica nell'ambiente arricchito e nell'esercizio fisico due interventi potenziali nell'aumentare la plasticità cerebrale attraverso meccanismi in cui è coinvolto il BDNF (Mora, 2013). In topi transgenici, l'unione tra un ambiente ricco e l'attività fisica, aumenta il numero complessivo di cellule progenitrici e di neuroni giovani (Sakalem et al., 2016).

Questo concetto riprende la precedente riflessione sulla continua plasticità, anche se con un grado inferiore, che il cervello anziano mantiene di fronte ad un suo degradamento sia nella struttura, che nella funzionalità (Kattenstroth et al., 2013), il quale, con un'adeguata stimolazione, possa essere prevenuto o in parte compensato (Baliotti & Conti, 2022). Quello che risulta avere un maggiore effetto nel produrre miglioramenti negli anziani è sicuramente l'esercizio in sé, ma in maggiore misura la sua combinazione con la stimolazione cognitiva (Figuracion & Lewis, 2021), poiché il primo sembra aumentare la proliferazione delle cellule precursori neuronali, mentre la seconda promuove la sopravvivenza delle cellule appena nate (Phillips, 2017). Regfeld et al. (2018) confermano questo approccio scrivendo che da una parte l'esercizio aumenta il tasso di neurogenesi, ma dall'altra l'arricchimento ambientale aumenta la percentuale di nuovi neuroni che continuano a vivere e vengono incorporati nella rete neurale (Rehfeld et al., 2018).

È necessario anche citare anche gli effetti che l'EE produce sulla riduzione dei disturbi quali ansia e depressione e in particolare sullo stress (Mora, 2013), rispetto a quest'ultimo l'ambiente arricchito sembra aumentare le prestazioni di memoria ed apprendimento in individui stressati piuttosto che non (Macartney et al., 2022). In uno studio di Ramírez-Rodríguez et al. (2022), sono stati indagati gli effetti su ansia e neurogenesi di un ambiente

con una complessità crescente, e successivamente in relazione all'attività fisica: i topi mostravano una riduzione progressiva dell'ansia con l'aumento della complessità data all'ambiente ed una maggiore maturazione delle cellule granulari del giro dentato dell'ippocampo in relazione all'esercizio (Ramírez-Rodríguez et al., 2022). L'esercizio fisico, e la danza in particolare come esempio, sono stati inseriti anche da Figuracion e Lewis (2021) all'interno delle caratteristiche necessarie a rendere un ambiente ricco, i quali portano a migliori capacità cognitive (Figuracion & Lewis, 2021). Si vuole quindi considerare la danza come un'attività che possa offrire caratteristiche simili ad un ambiente arricchito, in quanto presenta stimolazioni a livello cognitivo, fisico e sociale, con lo scopo di invertire i segni dell'invecchiamento grazie a fenomeni di plasticità (Müller et al., 2017; Muiños & Ballesteros, 2021; Rehfeld et al., 2018). Kattenstroth et al. (2010) offrono una visione della danza come disciplina completa e utile allo scopo, la descrivono, infatti, quale attività che unisce una componente emotiva e sociale tramite la forte stimolazione sensoriale, la coordinazione motoria e la musica, dando vita ad un ambiente arricchito per gli individui (Kattenstroth et al., 2010). Questa definizione rispecchia la connotazione che si vuole conferire alla danza in questo elaborato, sottolineandone le caratteristiche positive appena esposte con l'aggiunta della componente aerobica. La danza comprende, quindi, coordinazione ritmica e motoria, equilibrio e memoria e ancora stimolazione acustica ed esperienza musicale, oltre ai suoi requisiti per l'attività fisica, caratteristiche che la rendono potenzialmente potente sia in un'ottica di ricerca che come approccio riabilitativo (Kattenstroth et al., 2013). Viene definita una “forma universale di espressione umana che offre una ricca fonte per lo studio scientifico”² e un'occasione di indagare la plasticità all'interno del movimento (Karpati et al., 2015). Anche per Mattle et al. (2020) la danza è

² F.J. Karpati et al., *Dance and the brain: a review*. Annals of the New York Academy of Sciences, 1337(1), 2015, 140–146.

un'attività mente-corpo, suggerita come esercizio con benefici non solo fisici, ma anche cognitivi, sociali e legati alla qualità di vita e a motivazione a tenersi attivi. La danza viene consigliata e considerata benefica da questi autori (Mattle et al., 2020; Rehfeld et al., 2018), proprio per la sua natura multitasking di tipo sensoriale, motorio e cognitivo. Anche l'American Dance Therapy Association suggerisce l'utilizzo della danza a scopo terapeutico per la sua integrazione fisica, emotiva, cognitiva e sociale nell'individuo (Hwang & Braun, 2015), l'European Association Dance Movement Therapy, inoltre, aggiunge a quest'integrazione una connotazione spirituale (Koch et al., 2019), la danza dunque viene promossa anche per il suo potere psicoterapeutico grazie alla connessione che crea tra corpo e mente (ibidem). Muiños et al. (2021), riuniscono diverse peculiarità della danza che contribuiscono ad una ricca stimolazione nell'anziano e quindi come può essere d'aiuto per un invecchiamento di successo: essa è legata a differenti ampiezze di movimento, alla loro rappresentazione sensomotoria, a processi di propriocezione e consapevolezza spaziale, oltre a richiedere capacità mnestiche nel ricordare i passi (la danza interagendo con le emozioni può suscitare reminiscenze e ricordi autobiografici) ; da non sottovalutare la sua componente artistica che genera creatività, pensiero divergente e ampia l'intelligenza emotiva (Muiños & Ballesteros, 2021). Sembra che sia stata anche utilizzata per il suo legame con il concetto di embodied cognition al fine di studiare temi quali il controllo motorio e il collegamento tra azione e percezione (Bläsing et al., 2012).

La letteratura mette a disposizione studi sull'utilizzo di danze di diverso genere, tra cui tango, danza folcloristica, contemporanea, creativa, caraibica, balli da sala e anche con videogiochi, ma non è ancora ben definito quale sia la più indicata per diverse popolazioni (McNeely et al., 2015). Sono stati distinti cinque meccanismi che esplicitano come l'insieme delle arti creative possono avere valore terapeutico e, allo scopo di questa ricerca, si riportano i

seguenti valori della danza: l'“edonismo”³, riferito alla possibilità di esperire attività piacevoli. la “creazione di significato non verbale”³ tramite l'espressione e la regolazione emotiva da soli o in gruppo e la “creazione”³, la danza, infatti, permette di sentirsi attivi produttivi (Koch et al., 2019). Sempre Koch et al. (2019) sottolineano altri importanti punti a favore del potere psicoterapeutico di questa disciplina, ovvero la relazione terapeutica, l'attivazione di risorse, il mirroring, tecniche immaginative e meditative, la concentrazione e l'introspezione (ibidem).

2.2 UN SUPPORTO A FAVORE DI CORPO E MENTE

Dopo aver introdotto l'idea di danza che si vuole trasmettere, facendo riferimento al potenziale intrinseco da essa espresso, è il momento di affrontare, a livello pratico, come questa porti a cambiamenti motori, cognitivi e cerebrali, creando di conseguenza un'associazione tra le aree su cui la danza interviene e quelle segnalate come critiche nel processo di aging, tenendo conto di quanto detto sugli effetti dell'attività fisica sulla popolazione anziana. Si metteranno dunque in luce le evidenze sulla danza come possibile esercizio fisico e sul suo utilizzo nel contrastare i processi d'invecchiamento.

2.2.1 L'IMPATTO DELLA DANZA SUL SISTEMA MOTORIO

È il momento di esplicitare quali sono le ripercussioni a livello motorio indotte dalla danza, quali funzioni aiuta, su cos'ha maggior impatto in relazione alle difficoltà dell'invecchiamento. Considerando l'impatto dell'attività fisica sulla qualità di vita, sul benessere e sull'autonomia, constatare i miglioramenti che questa disciplina può produrre è utile per offrire interventi alternativi, coinvolgenti e a basso rischio. La componente motoria verrà ripresa in considerazione nella sezione clinica di questo elaborato (vedi cap.3), poiché

³ S.C. Koch et al., *Effects of Dance Movement Therapy and Dance on Health-Related Psychological Outcomes. A Meta-Analysis update*. Frontiers in Psychology, 10, 2019.

la patologia che si approfondirà presenta una forte prevalenza di sintomi motori, motivo per cui è stato dedicato un paragrafo a sé.

Confrontando soggetti anziani con esperienza più che decennale di danza amatoriale e controlli senza alcuna esperienza, emerge che nel primo gruppo erano assenti soggetti che mostravano basse prestazioni a test che misurano equilibrio, tempi di reazione, e comportamento motorio, evidenziandone il valore preventivo (Kattenstroth et al., 2010). Una successiva valutazione da parte degli stessi autori, con intervento di un'ora a settimana per sei mesi confrontato con gruppo di controllo, mostrava ulteriori effetti benefici in termini di benessere, postura, e mobilità fine (Kattenstroth et al., 2013), mostrando che praticare la danza per anni può portare a performance motorie più elevate in età anziana. Si riportano, in merito a quest'ultimo studio (ibidem), i grafici (Fig.2.1) che mostrano l'indice medio misurato per ogni abilità indagata, con confronto tra prima e dopo l'intervento, sia per il gruppo che aveva con trattamento, che per il gruppo di controllo (la coppia di colonne a destra per ogni dominio studiato).

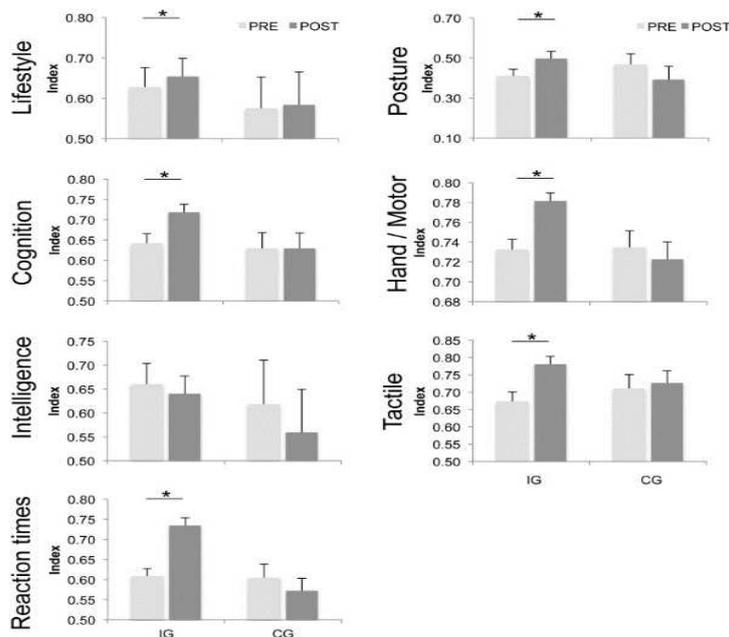


Fig.2.1: indice medio per ogni abilità. Kattenstroth et al., 2013

Nella revisione di De Maio Nascimento (De Maio Nascimento, 2021), con anziani over 65, la danza ha prodotto miglioramenti nell'equilibrio, nella mobilità e nella forza della parte

inferiore del corpo; in aggiunta si suggerisce che una maggiore frequenza (tre volte a settimana o più per almeno tre mesi) aiuti ad avere risultati ancora più consistenti per quanto riguarda le cadute. Infatti, sembra che più sessioni di danza (≥ 3 volte a settimana) e periodi più lunghi di allenamento (dai 12 ai 24 mesi), rendano più forte l'associazione con la riduzione del tasso di cadute, che secondo Mattle et al. (2020) risulta del 31% (Mattle et al., 2020). La stimolazione multisensoriale e le abilità di multitasking che la danza permette di sviluppare sono le più efficaci a garantire anche un maggior equilibrio, forza della parte inferiore del corpo e mobilità (ibidem). Ancora, la danzaterapia, combinando sollecitazioni di tipo motorio e attenzionale, sembra migliorare l'equilibrio, la forza e le strategie di movimento (De Natale et al., 2017). La metanalisi di Hackney e Bennett (2014) riporta uno studio con 111 anziani sottoposti ad un intervento con 23 sessioni di danza in 12 settimane, dal quale si riscontra miglioramenti in termini di mobilità, e un ulteriore studio che analizzava l'utilizzo del tango in anziani con problemi di vista, dal quale sono emerse meno difficoltà a livello di stabilità posturale (Hackney & Bennett, 2014). Sono stati raccolti 130 anziani per studiare le conseguenze sulla forma fisica di un intervento con danze tradizionali greche (75 minuti per due volte a settimana per 8 mesi): tra i risultati c'era maggiore forza sulle gambe, valutata con il Chair Stand Test, una migliore flessibilità della parte inferiore della schiena con punteggi più alti al Sit and Reach ed una maggiore ampiezza dei movimenti della spalla valutata tramite lo Scratch test; ulteriori risultati significativi riguardavano la resistenza, l'equilibrio dinamico e l'agilità (Douka et al., 2019). Joung e Lee (2019) consigliano l'attività fisica in unione con la danza creativa per un invecchiamento di successo e mettono a confronto un intervento con danza creativa ed un intervento che utilizza esercizi di stretching (la durata era di otto settimane, due volte a settimana per 90 minuti); nel primo caso erano inclusi esercizi inerenti all'esplorazione del movimento, utilizzandolo come mezzo per favorire l'espressione emotiva ed esperienze interiori, lo stretching, invece,

comprendeva diverse pose che allenavano la parte superiore e inferiore. In entrambi i casi i due interventi favoriscono forma fisica ed equilibrio, la danza creativa però, rispetto allo stretching, aumenta anche l'equilibrio dinamico e la mobilità (Joung & Lee, 2019). Nella revisione di Hwang e Braun (2015) sono stati inclusi studi che utilizzano diverse tipologie di danza (per esempio salsa, tango, swing, polka, cha-cha, contemporanea) e tra gli outcomes sulla salute fisica negli anziani si evidenziano miglioramenti nella forza, resistenza muscolare e cardiovascolare, flessibilità ed equilibrio (Hwang & Braun, 2015). Lo studio di Franco e et al. (2020), grazie all'utilizzo della cosiddetta Senior Dance, ovvero una danza appositamente ideata per anziani con movimenti ritmici, canzoni popolari e sequenze coreografiche, ha nuovamente evidenziato miglioramenti sull'equilibrio in piedi, sulla stasi su una gamba sola ad occhi chiusi, sulla mobilità e velocità nell'alzarsi in piedi da seduti e la camminata su 4 metri rispetto ad un gruppo di controllo (Franco et al., 2020). Si trattava precedentemente il fenomeno della fragilità nella popolazione anziana e sembra, da uno studio effettuato in una casa di riposo, che anziani che hanno partecipato ad un intervento di danza con sessioni di 40 minuti per 3 volte a settimana, della durata di 12 mesi, mostrino una fragilità che nel tempo decresce rispetto ad un gruppo di controllo, con decorso simile per quanto riguarda i parametri di lentezza e debolezza (Meng et al., 2020).

Rispetto al dominio dell'equilibrio, emerge che un suo miglioramento potrebbe essere raggiunto grazie alla stimolazione che la danza offre al sistema vestibolare, somatosensoriale e visivo (Rehfeld et al., 2017). Più nello specifico, però, si vuole riportare uno studio (Wang et al., 2019) che entra in ambito più prettamente muscolare: è noto che la degenerazione neuromuscolare che progredisce con l'età porti a performance motorie peggiori, difficoltà nella camminata e nel controllo della postura, in particolar modo nel momento in cui la postura eretta è perturbata (possibile perdita di equilibrio che può portare a cadute). Pare che gli anziani presentino maggiore instabilità in quei passi necessari a ristabilire l'equilibrio

dopo una sua perdita, dinamica che necessita il controllo di un centro di pressione mobile (COP, Centre Of Pressure). Dopo aver confermato alcuni dei risultati ottenuti da altri studi, quali miglioramenti nella flessibilità, forza, equilibrio e andatura, il presente studio aveva, in sintesi, l'obiettivo di comprendere come i distretti muscolari e la loro sinergia fosse influenzato dalla danza per stabilizzare l'equilibrio. Senza addentrarsi in ambiti che non riguardano questo elaborato si può semplicemente sottolineare che soggetti che praticavano la danza da almeno 5 anni, rispetto a individui non esperti, mostravano indici più alti di sinergia (che tendono a diminuire con l'invecchiamento) e aggiustamenti sinergici anticipatori (ASA) più precoci nella preparazione di un passo, garantendo un migliore controllo sinergico nella stabilità degli anziani (ibidem). Si riportano i pattern EMG di più distretti muscolari (Fig. 2.2) del gruppo di controllo e dei danzatori, rispetto ad una camminata normale (NS) ed una destabilizzata (PS), facendo notare come i danzatori mostrassero maggiore attività muscolare (linea chiara).

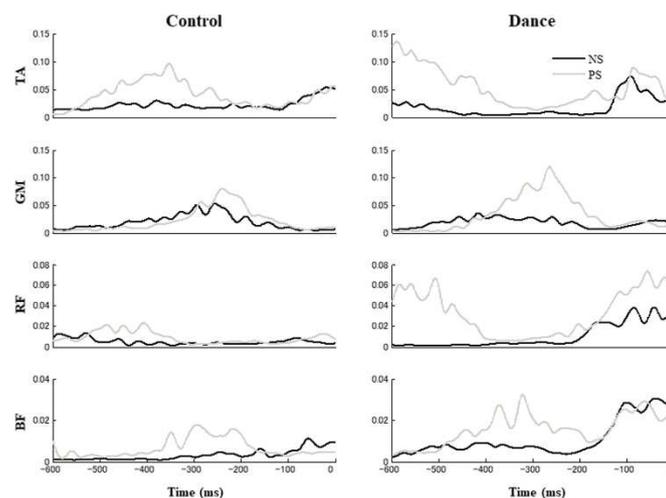


Fig.2.2: Pattern EMG su tibiale anteriore (TA), testa mediale del gastrocnemio (GM), retto femorale (RF) e bicipite femorale (BF), durante una camminata normale o perturbata (PS), con t° al momento dello stacco. Wang et al., 2019.

Diversi tipi di danza sono stati indagati in letteratura e ci sono evidenze che la salsa migliori andatura ed equilibrio e che la danza folcloristica abbia anch'essa un impatto sull'equilibrio degli anziani (Thomsen et al., 2021).

Per aumentare il tasso degli anziani che svolgono abitualmente attività fisica, potrebbe essere rilevante individuare e promuovere interventi che presentano un forte valore attrattivo. In alcuni casi, per esempio, la danza, che di per sé presenta per sua natura elementi attraenti come la musica, il ritmo e la compagnia se svolta in gruppo, è stata anche associata ai videogiochi, i quali richiedono abilità visuo-spaziali, attenzione e coordinazione: la combinazione di queste due realtà ha portato benefici rispetto al tempo di camminata e all'equilibrio auto-riferito (Studenski et al., 2010). È importante non dimenticare che gli effetti positivi riportati dagli anziani non vanno trascurati, anzi possono essere un indice fondamentale per valutare la piacevolezza percepita e il conseguente benessere soggettivo in relazione ad un certo intervento, nell'ultimo studio citato, infatti, gli anziani che hanno partecipato si sono dimostrati entusiasti, soddisfatti ed energici (ibidem). Sapendo che il divertimento è un elemento facilitatore per alzare i tassi di partecipazione degli anziani a programmi che allenino equilibrio e forza, con il fine di diminuire le cadute, e constatando che la danza viene definita interessante, gioiosa e socializzante (Franco et al., 2020), utilizzare scale di valutazione soggettiva, raccogliendo, quindi, il punto di vista degli anziani, acquisisce grande rilevanza in termini di prevenzione.

2.2.2 CERVELLO E COGNIZIONE NEI DANZATORI ANZIANI

Si tratteranno, in questo caso e diversamente da quanto fatto precedentemente, le evidenze in termini cerebrali e cognitivi di interventi che comprendono la danza nello stesso paragrafo, per permettere una migliore associazione dei due livelli di indagine, essendo questi strettamente interconnessi. Da non sottovalutare, però, la chiara interazione tra aree cerebrali, funzioni cognitive e sistema motorio, concetto base di questo elaborato.

Di conseguenza si approfondirà dunque che cambiamenti lo studio del movimento può apportare in termini cognitivi e cerebrali. Il lavoro di Sacco et al. (2006) ha indagato come passi di tango ed esercizi di immaginazione motoria, potessero modificare l'attivazione di

alcune aree cerebrali, in particolare durante gli esercizi di immaginazione si è notato un'espansione delle aree motorie bilaterali (Sacco et al., 2006). Koch et al. (2019) riportano che la danzaterapia nella popolazione anziana può migliorare capacità cognitive, come immagini mentali, osservazioni di cambiamenti corporei e capacità di ascolto della musica (Koch et al., 2019). La capacità del cervello di modificare la sua struttura e funzionalità negli anziani è influenzata dal comportamento e pare, quindi, che interventi ricchi, ben progettati e svolti in comunità possano fare la differenza (Muiños & Ballesteros, 2021). È quindi la combinazione di esercizio fisico e stimolazione cognitiva in un ambiente sociale a favorire la neuroplasticità (ibidem). La danza stimola un tipo di apprendimento motorio e procedurale, che provoca cambiamenti funzionali e strutturali, dettati non solo dalla sua esecuzione, ma anche semplicemente dall'immaginazione di esercizi e sequenze motorie (Noguera et al., 2020). Inoltre, la creatività stimolata durante una sessione di danza, potrebbe coinvolgere meccanismi di plasticità cerebrale, apprendendo nuovi passi e partiture coreografiche e di conseguenza espandendo le aree neurali e migliorando le connessioni tra circuiti (Hackney & Bennett, 2014). È evidente dunque che i benefici provenienti da un intervento con la danza, siano prodotti dall'unione di differenti stimolazioni, che provoca meccanismi di interazione mente-corpo, i cui risultati, palesati in uno de tre campi (cerebrale, cognitivo o motorio), nascano da influenze reciproche.

Per quanto concerne le evidenze cognitivo-cerebrali, la letteratura offre studi che si concentrano prettamente su performance cognitive, altri su esiti a livello cerebrale utilizzando tecniche di imaging e altri che uniscono entrambi gli aspetti, cercano di trovare un collegamento tra i due; trovare una causalità è spesso un compito arduo, perciò gli studi che uniscono esiti cerebrali comportamentali, non confermano il più delle volte un rapporto causa-effetto, mantenendo aperte a nuove evidenze le riflessioni avanzate. Iniziando da uno studio precedentemente citato (De Maio Nascimento, 2021), riguardo i benefici della danza

sulla neuroplasticità in anziani sani, si vede associata la danza ad una migliore connettività funzionale, migliori prestazioni cognitive e ad un aumento dei volumi cerebrali. McNeely et al. (2015) raccolgono evidenze in merito alla cognizione, che mostra miglioramenti per quanto riguarda compiti di switching (a seguito di interventi con la danza contemporanea), compiti di attenzione, tempi di reazione più rapidi e modificazioni a livello di potenziali evento-relati, in particolare rispetto all'onda P300, associata all'elaborazione di stimoli cognitivi (con interventi di quadriglia) (McNeely et al., 2015). Minori tempi di reazione sono stati riscontrati anche in programmi di danza legata ai videogiochi, nello studio di Chuang et al. (2015), a seguito 3 mesi di utilizzo, per 3 volte a settimana, del videogioco Dance Dance Revolution, sono emersi TR più brevi (rispetto ad un gruppo di controllo) in un compito di controllo inibitorio e attenzione selettiva e una latenza minore dell'onda N2 (identificazione degli stimoli) e P3 (classificazione degli stimoli) (Chuang et al., 2015). L'aumentata velocità di elaborazione degli stimoli, in relazione alle minori latenze dei potenziali evento-relati, potrebbe produrre tempi di reazione inferiori, grazie anche a migliori capacità attentive. In merito all'attenzione, la danza migliora lo stato di allerta e aumenta la velocità di risposta negli uomini e l'accuratezza nelle donne (Noguera et al., 2020). Un aumento della materia grigia ed una maggiore attivazione si evidenzia nelle regioni prefrontali, in particolare nel cingolo anteriore (ibidem). La metanalisi di Teixeira-Machado et al. (2019) mette nuovamente in luce riscontri positivi sull'attenzione, ma, in questo caso, anche sulla memoria; a livello cerebrale, viene evidenziata l'integrità della sostanza bianca, un aumentato volume dell'ippocampo e della sostanza grigia nel giro ippocampale e precentrale sinistro (Teixeira-Machado et al., 2019). Rehfeld et al. (2018) propongono un esperimento in accordo con i precedenti studi e ne amplifica i risultati mettendo in relazione i cambiamenti cerebrali e le prestazioni cognitive. Lo studio comprende 38 anziani dai 63 agli 80 anni, esposti ad un intervento di danza della durata di 6 mesi, confrontato con un allenamento fitness

convenzionale. I soggetti erano sottoposti ad un'ampia valutazione cognitiva prima e dopo il trattamento: per meglio comprendere l'entità delle valutazioni effettuate dagli autori riportiamo in figura (Fig.2.2) le fasi di screening, pre-test e post-test per ottenere un quadro chiaro dell'intervento.

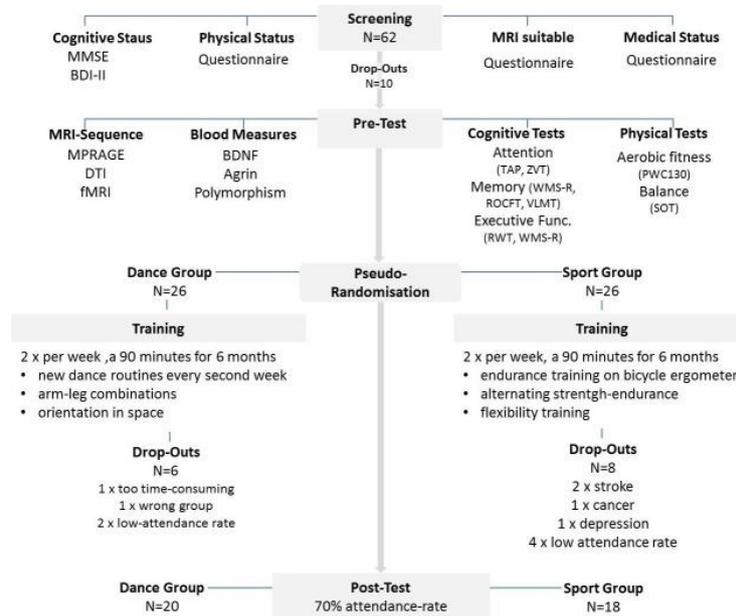


Fig.2.2: Fasi dello studio. Rehfeld et al., 2018.

L'intervento con l'utilizzo della danza prevedeva quindi l'apprendimento, il recupero e l'esecuzione di sequenze sempre più complesse a differenti ritmi, allenando coordinazione, precisione e abilità spaziali, i tipi di danza utilizzati variavano dal jazz, al rock 'n' roll, al latino-americano, fino alla quadriglia e cambiavano ogni due settimane. I risultati ottenuti in termini cerebrali verranno riassunti nella seguente tabella (Tabella 2.1): nella colonna di sinistra le regioni che hanno subito un aumento di volume nel gruppo dei danzatori rispetto al gruppo degli sportivi, nella colonna di sinistra al contrario cosa si è riscontrato nel gruppo sport rispetto al suo confronto.

GRUPPO DANZA (vs GRUPPO SPORT)	GRUPPO SPORT (vs GRUPPO DANZA)
SOSTANZA GRIGIA: - Corteccia cingolata anteriore e mediale	SOSTANZA GRIGIA: - Corteccia visiva primaria - Giro linguale sinistro

<ul style="list-style-type: none"> - Area motoria supplementare sinistra - Giro precentrale sinistro - Giro frontale mediale sinistro - Insula sinistra - Giro temporale superiore sinistro - Giro postcentrale sinistro - Corpo calloso 	<ul style="list-style-type: none"> - Giro fusiforme destro - Polo temporale destro - Lobo destro del cervelletto
<p>SOSTANZA BIANCA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tronco e splenio del corpo calloso - Sostanza bianca frontale destra e sinistra - Sostanza bianca parietale destra 	<p>SOSTANZA BIANCA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sostanza bianca temporale destra - Sostanza bianca occipitale destra

Tabella 2.1.: confronto dell'aumento dei volumi di diverse aree cerebrali tra l'intervento con la danza e quello in cui venivano praticati esercizi di resistenza, forza e flessibilità.

Dal punto di vista neuropsicologico, i risultati appena sintetizzati possono essere tradotti in termini cognitivi: le aree più anteriori (per esempio la corteccia cingolata anteriore e il giro frontale mediale sinistro) sono coinvolte in processi di attenzione, funzioni esecutive e memoria di lavoro; le aree motorie e sensomotorie si legano a processi di elaborazione e di controllo esecutivo nel sistema motorio, in particolare il giro postcentrale riceve informazioni da fibre somatosensoriali deducendone il suo coinvolgimento in meccanismi propriocettivi; infine le aree temporali (giro temporale superiore ed adiacente solco temporale superiore) sono associati a memorie episodiche e integrazioni audiovisive (input visivi, uditivi e sensoriali). In merito alla sostanza bianca il cambiamento più rilevante è l'allargamento del corpo calloso, responsabile della comunicazione tra più parti dei due emisferi cerebrali. Non è però stato rilevato alcun risultato saliente sulle prestazioni cognitive se non qualche miglioramento nell'attenzione e nella memoria visuospatiale, la causa di quest'assenza, discutono gli autori, potrebbe essere attribuita ad una mancata sensibilità degli strumenti, o al fatto che i cambiamenti cognitivi a livello comportamentale necessitano di maggior tempo per emergere a seguito di quelli avvenuti a livello cerebrale. Un altro elemento degno di nota in questo studio è l'aumento dei livelli plasmatici di BDNF a seguito dell'intervento con la

danza (Rehfeld et al., 2018). Müller et al. (2017) effettuano uno studio in linea con quello appena citato, nel quale soggetti anziani hanno partecipato ad un programma della durata di 18 mesi per valutare il confronto tra la danza ed un gruppo di controllo attivo (sport con esercizi ripetitivi). Gli esiti a livello cerebrale sembrano essere concordi con i precedenti: un volume cerebrale maggiore nel giro precentrale e livelli di BDNF superiori nel gruppo che effettuava il programma di danza, piuttosto che nel gruppo sportivo; oltre all'aumento di materia grigia nel giro precentrale legato alla continua richiesta di apprendimento di schemi motori complessi, nonché alla coordinazione del corpo nella sua interezza, si nota un aumento del volume nel giro paraippocampale (parte del sistema limbico), associato a processi di memoria episodica e di lavoro. Di seguito due sezioni del cervello (Fig.2.3) in cui è evidenziato dove sono avvenuti i cambiamenti riscontrati nello studio e i relativi dati rappresentati su istogrammi con update a 6 e 18 mesi, di entrambi i gruppi.

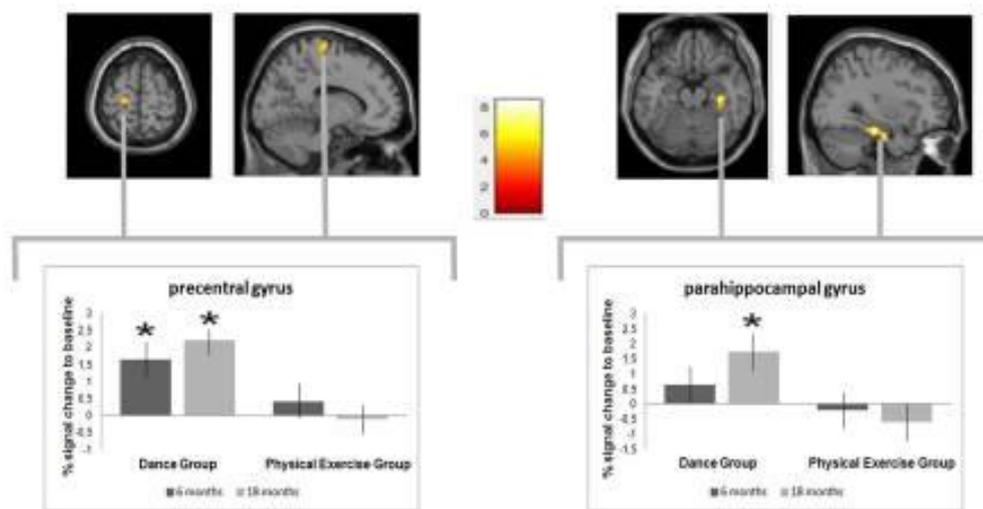


Fig.2.3: Cambiamenti riscontrati nel giro precentrale e paraippocampale e attivazione delle regioni negli interventi di danzaterapia ed esercizi fisici. Müller et al., 2017.

Rispetto alle funzioni cognitive pare che, seguendo un andamento non lineare, capacità di memoria verbale siano migliorate solo nel secondo periodo, mentre migliori prestazioni in compiti di attenzione si evincano già dopo sei mesi (Müller et al., 2017). Migliori abilità di memoria, percezione spaziale e funzioni esecutive vengono attribuite alla natura

multicomponentiale della danza (Noguera et al., 2020). In merito alle funzioni esecutive emergono prestazioni superiori nella pianificazione (Zoo Map test) e nella fluenza fonemica (FAS test), in soggetti che praticano la danza da almeno 6 mesi rispetto a soggetti sedentari (ibidem). In merito alla cognizione globale, misurata tramite la batteria MoCA in anziani sani, si rilevano migliori punteggi, mentre rispetto alle funzioni esecutive, valutate tramite TMT B-A, non sono emerse differenze rispetto al gruppo di controllo (Franco et al., 2020). Una migliore cognizione globale è stata rilevata anche da Wu et al. (2018) a seguito di esercizi che allenavano corpo e mente, con performance più elevate nella memoria di lavoro, fluenza verbale e flessibilità (Wu et al., 2018).

Variabili da non sottovalutare, anche se non saranno oggetto del presente elaborato, sono i concetti di riserva cognitiva e cerebrale, i quali sono note influenze per una maggiore o minore plasticità di base e che livelli più elevati delle stesse possano produrre maggiori rimodellamenti di strutture e dinamiche nei circuiti corticali (Müller et al., 2017), spiegando anche una parte di differenze individuali (Barulli e Stern, 2013; Freret et al., 2015). È utile, tuttavia, sapere che la danza è stata inclusa tra i fattori che contribuiscono ad avere una più ampia riserva cognitiva (Noguera et al., 2020). Più in generale le attività sociali sembrano mostrare effetti protettivi, o più precisamente, esperienze in ambiente arricchito concorrono nell'aumentare la riserva cerebrale, grazie ad uno stress lieve/moderato che stimola il rilascio di noradrenalina dai neuroni del locus coeruleus, promuovendo memorie e cambiamenti adattivi nel cervello e la riserva cognitiva tramite apprendimenti socioemotivi e stimolazione cognitive (Phillips, 2015).

2.2.3 L'IPPOCAMPO

Una struttura che viene spesso coinvolta nei miglioramenti riscontrati a livello cerebrale è sicuramente l'ippocampo. È stato precedentemente affermato che proprio l'ippocampo sia una delle regioni maggiormente colpite dall'invecchiamento, ma risulta essere anche una

delle poche strutture che è in grado di generare nuovi neuroni nel corso di tutta la vita. Da studi sull'ambiente arricchito, l'ippocampo risulta una regione particolarmente sensibile all'esercizio fisico in generale, aumentandone la vascolarizzazione, il numero di sinapsi e il tasso di espressione genica (Guzman et al., 2021). Legato a processi di memoria a lungo termine, apprendimento e navigazione spaziale, l'ippocampo pare avere un ruolo cruciale anche nell'equilibrio. In un intervento di 18 mesi (primo periodo di 6 mesi e secondo periodo di 12) è stato confrontato un gruppo che seguiva un programma di danza rispetto ad un gruppo con esercizi ripetitivi di fitness. Partendo dal presupposto che la danza ha un impatto diverso dagli esercizi di resistenza sulla parte anteriore e posteriore dell'ippocampo, quest'ultimo è stato studiato tramite la VBM nelle sue differenti componenti: giro dentato, subicolo e corno d'Ammonio (CA1, CA2, CA3, CA4). In entrambi i gruppi è stato osservato un aumento di volume in CA1 e CA2 sinistro e nel subicolo sinistro, ma solo nei danzatori l'intervento ha prodotto modificazioni a carico del subicolo destro e nel giro dentato sinistro. Un'ipotesi è che gli aumenti di volume in queste aree aggiuntive siano dovuti alla maggiore neurogenesi nel giro dentato e all'arricchimento di tipo visuo-auditivo, sensorimotorio e vestibolare che la danza offre in più rispetto all'allenamento con esercizi di resistenza (Rehfeld et al., 2017). Anche per quanto riguarda soggetti con MCI, interventi basati sulla danza sembrano aumentare il volume dell'ippocampo destro e totale (Cox & Youmans-Jones, 2023). Un successivo studio che fa riferimento al precedente (Guzman et al., 2021), invece, non trova aumenti di volume dell'ippocampo dopo un intervento di 4 mesi di danza latina, specificando che forse la durata non era sufficientemente lunga per permettere una plasticità evidente, suggerendo che sia necessaria una certa durata e costanza per ottenere dei risultati a livello cerebrale. Un elemento degno di nota per quanto riguarda l'ippocampo è il suo legame con la risposta allo stress: se quest'ultima risulta sostenuta del tempo, reazione scatenata da fattori esogeni ed endogeni tra cui i processi di aging, i livelli di glucocorticoidi si alzano fino

a diventare neurotossici, il che si potrebbe tradurre in atrofia dell'ippocampo (Phillips, 2015); nel prossimo paragrafo si vedrà che la danza può ridurre i livelli di cortisolo, agendo quindi come fattore neuroprotettivo per regioni sensibili come questa.

2.3 UNA DISCIPLINA SOCIALE CHE FAVORISCE IL BUON UMORE

Dopo aver trattato nello specifico le ripercussioni a livello motorio, cognitivo e cerebrale, è il momento di porre attenzione su altri aspetti di questa disciplina che possono contribuire ad un invecchiamento sano, in relazione ad alcune problematiche affrontate nel primo capitolo, specifiche per la popolazione anziana. Si vuole mettere in evidenza il valore sociale della danza, l'opportunità di socializzazione, l'impegno sociale, i benefici apportati all'umore e al benessere della persona. La danza, infatti, può essere valutata come un esercizio che combatte la sensazione di noia, che può essere provocata dalla solitudine, da una diminuita autonomia, dalla difficoltà di movimento, promettendo buoni riscontri a livello psicosociale (Muiños & Ballesteros, 2021). La metanalisi di Koch e colleghi (Koch et al., 2019) indaga, tra i vari costrutti, anche la qualità di vita, intesa come benessere soggettivo e condizioni di vita, principalmente autosomministrando scale Likert in merito alla salute generale, interazioni sociali, qualità del sonno, dolore, autostima e funzionalità: i risultati mostravano che la danza apportava maggiore vitalità e forma fisica ed era occasione per sperimentare esperienze gioiose e di interazione sociale. Da non sottovalutare quale ripercussione un aumento della funzionalità fisica ha sulla quotidianità, sulla salute psicologica e sul benessere e la danza sembra avere un ruolo proprio nel preservare le abilità di ogni giorno (Kattenstroth et al., 2010). Un'aumentata funzionalità è di base sostenuta anche da una maggiore forza a seguito di interventi con lezioni di danza, il che porta i soggetti anziani a mantenere un certo grado d'indipendenza (Hwang & Braun, 2015).

In merito ai risultati sull'indice HRQOL, le componenti d'interazione sociale sono aumentate

con l'utilizzo della danza coreana e una migliore salute mentale riscontrata in uno studio con anziani sani che prevedeva 8 settimane di danza folcloristica, rispetto al calo osservato nel gruppo di contro (Modugno et al., 2010). Un altro studio, condotto in Brasile, tramite l'utilizzo del ballo da sala, ha raccolto le esperienze di 60 anziani che partecipavano alle lezioni due volte a settimana per un anno, riportando la possibilità di socializzare e di sentirsi più connessi con la loro cultura (Hackney & Bennett, 2014). Anche per McNeely et al. (2015) la danza è un'alternativa all'esercizio fisico attraente e accessibile, dotata di una natura sociale, se si considera anche semplicemente la possibilità di essere aiutati e seguiti da un istruttore, emerge che di per sé presupponga interazioni sociali (McNeely et al., 2015).

È già stato accennato in precedenza che la danza si presenta come una disciplina più accattivante e sostenibile rispetto ad altre, migliorando fattori sociali e comportamentali, tra cui la consapevolezza e la motivazione (Hwang & Braun, 2015). Viene quindi definita come una disciplina sociale divertente, con un'elevata adesione e motivazione, anche in adulti latini anziani (Guzman et al., 2021). Le caratteristiche che le vengono attribuite potrebbero essere sinonimo di aumentata partecipazione come forma di attività fisica nella popolazione anziana, ma anche come terapia a scopi riabilitativi (Hackney & Bennett, 2014). Il fatto che possa essere svolta in gruppo o anche in coppia è sicuramente un elemento a suo favore poiché ne accresce la socialità e il sostegno sociale, rafforzando il lavoro di squadra e aumenta la possibilità di sviluppare amicizie coinvolgendo la comunità (ibidem).

Un'ulteriore componente che favorisce maggior coinvolgimento sembra essere la presenza, all'interno dei gli esercizi, di elementi estetici e artistici, che sviluppano passione e migliorano il benessere emotivo e psicologico (McPhee et al., 2016). La danza è un'attività la cui influenza è nota in letteratura anche nel sostenere un umore positivo, essa è stata, infatti, associata ad un miglioramento dell'umore e del benessere sociale ed emotivo (Guzman et al., 2021). Per esempio, sembra che un intervento basato sulla danza, piuttosto che l'utilizzo di

esercizi o nessuno, comporti migliori punteggi in scale come la Self-rating Depression Scale per la depressione e l'Apathy Scale per l'apatia (McNeely et al., 2015). Koch et al. (2019) ipotizzano che interventi con la danza abbiano un effetto sulla regolazione delle emozioni tramite l'espressione del proprio vissuto emotivo e la percezione di integrazione mente-corpo (Koch et al., 2019). Di base, è chiaro che un'attività effettuata in contesti di gruppo porti alla luce meccanismi quali il senso di appartenenza, la coesione, il sostegno e la fiducia reciproca (ibidem), che difficilmente non apportano benefici a chi soffre di disturbi dell'umore. La natura sociale della danza sembra anche supportare gli sforzi dovuti all'invecchiamento grazie ad un senso di comunità e piacere, la condivisione di questa esperienza, mediata da fattori come il ritmo e la musica tradizionale, permette di rivivere il passato in compagnia, eliminando sensazioni di solitudine e migliorando lo stato psicologico (Douka et al., 2019). Di fatto la danza è una disciplina che affonda le sue radici in tempi antichi, nella descrizione del suo utilizzo, in contesti ritualistici, emerge che essa potesse provocare uno stato di trance che permetteva agli individui di sperimentare euforia e beatitudine (Cox & Youmans-Jones, 2023). In culture non occidentali la danza è parte integrante di processi di guarigione, anche associati a disagio psicologico, con un forte ruolo per la comunità e la socializzazione (ibidem). È comprovato l'utilizzo dell'attività fisica per ridurre i livelli di ansia e depressione, che presentano una certa prevalenza nella popolazione anziana e pare che la danza possa produrre effetti simili. Si vuole riportare il caso di un'attività particolarmente diffusa in Cina, soprattutto tra soggetti anziani, la Guozhuang, una danza tradizionale di origine tibetana che incorpora diversi elementi positivi: il fatto che sia molto attiva a livello fisico la rende un buon esercizio per il corpo, al pari di molti altri allenamenti fitness, è facile da imparare, senza limitazioni per quando riguarda il numero di persone o il luogo e, infine, è occasione di ritrovo e socializzazione per il suo forte legame con la cultura (Ye et al., 2022). Questa tipologia di danza favorisce la salute mentale poiché permette l'espressione delle proprie

emozioni, aiuta a rilasciare quelle negative, aumenta la fiducia in sé stessi promuovendo uno stato d'animo felice e rilassato e infine sembra alleviare lo stress (ibidem). Rispetto a quest'ultimo punto è possibile fare una piccola digressione poiché, negli anziani, una delle funzionalità che subisce delle alterazioni è proprio la regolazione dell'asse ipotalamo-ipofisi-surrene, aumentando la secrezione di cortisolo e la possibilità che questa sregolazione produca esiti negativi in termini di infiammazione cronica e malattie cardiovascolari (Vrinceanu et al., 2019). In uno studio di Vrinceanu et al. (2019) è stato indagato l'effetto dell'esercizio aerobico e della danza sui livelli di cortisolo, in particolare sulla risposta del cortisolo al risveglio (CAR, cortisol awakening response): si è trattato di un intervento molto ricco che comprendeva, oltre ad esercizi grosso-motori di equilibrio, coordinazione e flessibilità, anche temi quali il ritmo, la consapevolezza del corpo, il rilassamento, la cura di sé e la socializzazione, per finire con l'utilizzo di oggetti di scena quali, per esempio, palline da tennis o sciarpe. Molti anche gli strumenti utilizzati dagli autori per l'assessment e la valutare pre e post intervento: il cortisolo era misurato tramite la saliva, la capacità aerobica attraverso il Maximal Aerobic Power (MAP) e la mobilità con il 10-meter walking test, l'assessment cognitivo era eseguito tramite il MMSE e quello psicologico con la Geriatric Depression Scale (GDS) e lo State-trait anxiety inventory (STAI), la qualità di vita stimata con il SF-12-M e Sf-12-P e altri questionari come il Lubben Social Network Scale – Revised (LSNS-R) sulla qualità della vita sociale e il Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) per il sonno. Si riporta in figura 2.4 (Fig.2.4 nella pagina successiva) l'andamento della risposta del cortisolo al risveglio tra il gruppo aerobico, il gruppo danza e il gruppo di controllo. Come si può notare in figura, la danza, più dell'esercizio aerobico, è in grado di abbassare di molto i livelli di cortisolo al risveglio, ma sembra che solo l'attività aerobica abbia migliorato la capacità respiratoria; la danza inoltre ha migliorato la velocità di cammino, forse grazie ad un aumento di mobilità. Sembra quindi che ci sia un buon legame tra questa disciplina e la

regolazione dello stress, sia a livello ormonale che rispetto a quello auto-percepito e che questo possa essere possibile tramite variabili di tipo psicologico come l'espressione e regolazione emotiva e il funzionamento sociale (Vrinceanu et al., 2019).

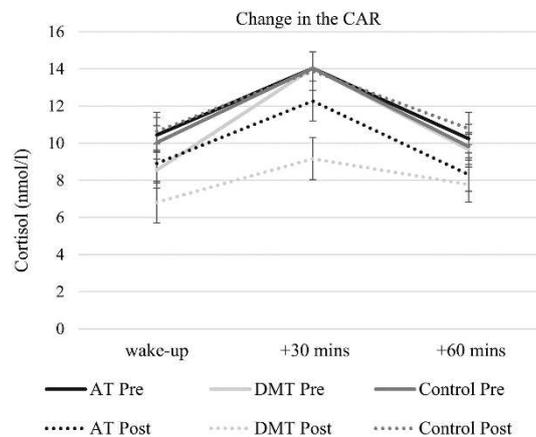


Fig.2.4: Cambiamenti nella CAR prima e dopo gli interventi. Vrinceanu et al., 2019.

2.4 LA DANZA TRA LE DIVERSE POPOLAZIONI CLINICHE

Per concludere il capitolo si introducono ulteriori evidenze su quanto la danza abbia un range d'intervento particolarmente diffuso, fino ad ora, infatti, sono stati riportati studi che riguardavano gruppi di soggetti sani, ma la letteratura documenta l'applicazione della danza a diverse popolazioni cliniche o condizioni, nel prossimo capitolo verrà, infatti, trattata l'efficacia di questa disciplina su individui con patologia degenerativa. Di certo l'elevata fattibilità e adattabilità della danza a differenti età, limitazioni fisiche, condizioni e culture connota una certa versatilità (Hwang & Braun, 2015). A maggior ragione se soddisfa una delle caratteristiche che avvalorano l'efficacia di un intervento, ovvero il fatto che i suoi effetti si mantengano nel tempo, evidenza che la danza sembra possedere; si porta, infatti, l'esempio di donne sopravvissute al cancro al seno, le quali hanno dimostrato livelli più alti di HRQOL e consapevolezza anche 6 settimane dopo la fine dell'intervento (Hackney & Bennett, 2014). Inoltre, ciò che la rende una disciplina particolarmente adattabile, sono le diverse sfaccettature che può assumere, distinte per tipo ed effetti in alcune revisioni, grazie

alle quali è possibile riportare che la danzaterapia porta a migliori capacità di pianificazione e abilità visuo-spaziali, la danza in cerchio a buoni livelli d'umore, il valzer accresce l'apprendimento procedurale, associando la danza ad un minor rischio di demenza (Cox & Youmans-Jones, 2023). In donne con cancro al seno è stato dimostrato che la danzaterapia riduce lo stress e migliora la salute mentale grazie all'espressione emotiva, al supporto sociale e al movimento (Fatkulina et al., 2021). In un altro studio invece la danza ha avuto effetti benefici in sintomi come il dolore e l'affaticamento (Vardhan et al., 2022). Rispetto ad un gruppo di controllo, un intervento con la danza ha migliorato l'equilibrio dinamico in individui con Sindrome di Down (Takahashi et al., 2023). Anche per quanto riguarda la malattia di Alzheimer le evidenze trovano effetti benefici in termini di funzionalità, funzioni cognitive e qualità di vita (Ruiz-Muelle & López-Rodríguez, 2019).

In generale la terapia che utilizza strumenti artistici e ricreativi ha basso rischio e alto beneficio, anche in patologie come la schizofrenia, il disturbo bipolare e la depressione maggiore, in molti casi però è la grande varietà di metodologie di studio che non permette un consenso unanime ed una struttura condivisibile per tutti nell'applicare questi interventi (Chiang et al., 2019).

CAPITOLO 3: LA DANZA PER LA MALATTIA DI PARKINSON

3.1 MALATTIA DI PARKINSON

La malattia di Parkinson è una patologia di tipo neurodegenerativo, un disturbo motorio progressivo, che limita chi ne è affetto dal punto di vista funzionale e motorio, compromettendone la cognizione e la salute psicologica (Jola et al., 2022). Si tratta di una delle malattie neurodegenerative più diffuse, la seconda dopo l'Alzheimer, con più di 10 milioni di persone affette su scala mondiale; i soggetti colpiti sembrano avere principalmente più di 60 anni, con una maggiore incidenza con l'avanzare dell'età (Mak & Wong-Yu, 2019). Uno dei fattori di rischio con maggiore rilevanza, risulta essere proprio l'età, con una prevalenza per gli uomini con rapporto 3:2. È noto che la componente genetica giochi un ruolo cruciale, ma non bisogna dimenticare l'influenza di fattori di tipo ambientale (es. inquinamento) e comportamentale (caffè, tabacco, attività fisica) (Tolosa et al., 2021). Si evidenzia inoltre una minor partecipazione ad attività con effetti neuroprotettivi tra la popolazione aziana, il che predice un aumento della malattia fino a 17,5 milioni entro il 2040 (Schwab et al., 2020). Nonostante la prevalenza in età medio-avanzata, sembra che l'esordio della malattia di Parkinson stia colpendo anche una fascia di popolazione più giovane, con un 25% dei soggetti diagnosticati con età inferiore ai 65 anni e il 5-10% under 50 (Zhu et al., 2022). Si tratta di una malattia che presenta sintomi e segni clinici di tipo motorio, cognitivo e psicologico e manifestazioni legate al sistema nervoso autonomo; i seguenti due paragrafi sono appunto dedicati all'approfondimento dei segni tipici del Parkinson.

3.1.1 SINTOMI MOTORI

A livello motorio emergono tremori, rigidità, bradicinesia, crampi muscolari (distonia), congelamento, instabilità posturale e nell'andatura e disturbi dell'equilibrio con rigidità assiale (Jola et al., 2022; Mak & Wong-Yu, 2019). Si riporta una tabella (Tab. 3.1) creata da Tolosa et al. (2021), la quale approfondisce i sintomi motori del Parkinson, per specificare

cosa si intende con le difficoltà sopracitate, rispetto al loro periodo d'insorgenza (Tolosa et al., 2021).

SINTOMI CARDINALI PRESENTI IN STADI PRECOCI	
Bradicinesia	Generale lentezza, movimento spontaneo scarso e con progressiva diminuzione di ampiezza e velocità (per movimenti ripetitivi), ridotta oscillazione del braccio e gesticolazione, micrografia e ipofonia.
Rigidità	Tono muscolare aumentato per resistenza dei gruppi muscolari antagonisti.
Tremore	Tremore a riposo di 4-6 Hz in arti, labbra, mento e mascella, diminuzione se movimento volontario finalizzato.
Alterazioni nell'andatura	Oscillazione del braccio ridotta, gamba trascinata e postura alterata durante la camminata
SINTOMI MOTORI IN STADI SUCCESSIVI (scarsa risposta a trattamenti dopaminergici)	
Alterazioni della postura	Tronco piegato in avanti (in piedi) o deviazione anteriore o laterale, testa cadente, braccia flesse ad altezza gomito, polso flesso.
Congelamento dell'andatura	Improvvisa incapacità di effettuare un passo all'inizio, nel mezzo o quando ci si gira.
Alterazioni dell'equilibrio	Difficoltà nello stare in piedi e nel camminare con riflessi posturali alterati, cadute.
Altri	Disartria, disfagia.

Tab. 3.1: Sintomi motori precoci e tardivi. Tolosa et al., 2021.

In merito alle alterazioni presenti durante l'andatura si notano una minore velocità e lunghezza del passo, una postura ricurva a livello del tronco, del collo e delle spalle, i piedi poco sollevati dal terreno, che generano intermittenza ed eterogeneità (Giménez-Llort & Castillo-Mariqueo, 2020). La causa di queste alterazioni è attribuibile a disfunzionalità cerebrali: in particolare, bradicinesia e rigidità emergono per una riduzione delle cellule dopaminergiche della substantia nigra (pars compacta), che sembra causare l'insorgenza della sintomatologia cardinale del Parkinson. Questa diminuzione provoca una netta inibizione attraverso i gangli della base in direzione di regioni come il tronco encefalico, il talamo e l'area motoria supplementare, disfunzioni che risultano in un minor controllo del

comportamento volontario, per esempio nell'incipit del movimento (governato dai gangli della base, strutture in comunicazione con la substantia nigra) (Jola et al., 2022; Mak & Wong-Yu, 2019).

È fondamentale, però, accennare al fatto che si tratta di una patologia che presenta una forte eterogeneità di sintomi motori e psicologici, un ostacolo per l'interpretazione dei risultati (Jola et al., 2022). Oltre a differenti manifestazioni cliniche, anche la prognosi e i meccanismi patologici sembrano mostrare differenze interindividuali, ciò rende la diagnosi difficile e spesso incerta, a causa della sovrapposizione di alcune delle sue caratteristiche con altre forme di degenerazione e dell'assenza di strumenti altamente sensibili fin dalle fasi più precoci della malattia (Tolosa et al., 2021). Seppur non di facile individuazione, pare ci siano alcune caratteristiche motorie che anticipano i sintomi più evidenti, ovvero una lieve diminuzione della mobilità dei muscoli del viso e dell'oscillazione delle braccia, modificazioni vocali e leggera perdita di agilità a livello delle dita (ibidem).

Il fattore neuropatico più accreditato che porta alla malattia di Parkinson è l'accumulo di depositi intraneuronali e intraneuritici di aggregati fibrillari, rispettivamente corpi di Lewy e neuriti di Lewy, formati soprattutto da α -sinucleina, che si depositano principalmente a livello presinaptico, ostacolando la comunicazione assonale (Pagano et al., 2016). Queste alterazioni si concentrano in particolare nella pars compacta della sostanza nigra (elevata densità di neuroni dopaminergici), il che provoca una denervazione dopaminergica dello striato; più in profondità a livello molecolare, tecniche di imaging quali PET e SPECT, hanno evidenziato una riduzione del trasportatore vescicolare delle monoammine di tipo 2 a livello presinaptico (VMAT2), del trasportatore della dopamina nello spazio sinaptico (DAT), e del L-Aminoacidi-Aromatici Decarbossilasi, un enzima del tessuto cerebrale implicato nella sintesi della dopamina (ibidem). La spiegazione più nota sulla progressione della patologia è quella di Braak et al. (2003), i quali individuano 6 stadi della malattia (Braak et al., 2003): il

primo in cui l' α -sinucleina è presente nel bulbo olfattivo con iposomia ed effetti negativi sul sistema enterico; nel secondo stadio la patologia si espande al midollo, con annessi sintomi depressivi; lo stadio tre vede affetta anche la substantia nigra con, come primo sintomo, un sonno REM disturbato e successivamente sintomi motori; nello stadio quattro la malattia inficia anche la corteccia temporale ed è la fase in cui la maggior parte dei soggetti riceve una diagnosi; gli ultimi due stadi sono quelli avanzati della malattia, in cui l'intera corteccia risulta affetta e sorgono i sintomi cognitivi (Zhu et al., 2022). Esiste, quindi, un'ipotesi per cui l' α -sinucleina influenzi la sintomatologia per tutto il decorso della malattia, dapprima portando all'emergere dei sintomi motori e negli stadi successivi concorrendo nella compromissione della cognizione (Henderson et al., 2019). La presenza di questi agglomerati dannosi, infatti, si formano prima in quelle aree responsabili del controllo motorio, ma in seguito lascia traccia anche in regioni corticali responsabili di capacità cognitive superiori (ibidem). L' α -sinucleina si trasmetterebbe dunque da una parte all'altra del cervello: una volta che una piccola parte di questa proteina esce da un neurone affetto, può essere inglobata da un'altra cellula nervosa collegata sinapticamente, caratterizzata da una certa vulnerabilità, che diventerà patologica a sua volta, portando ad atrofia (ibidem).

Un altro fattore che contribuisce al decorso della malattia dal punto di vista fisiologico è la neuroinfiammazione in relazione all'aggregazione dell' α -sinucleina (Liu et al., 2022), l'ipotesi nella neuroinfiammazione è al momento di particolare interesse scientifico, in primis poiché coinvolta precocemente nello sviluppo della malattia, contribuendo alla degenerazione neuronale e alla sintomatologia e, in secondo luogo, per le implicazioni che può avere a livello terapeutico, spostando l'attenzione non solo sul cervello, ma anche sul funzionamento del resto del corpo, orientandosi, così, verso una visione della malattia di origine multisistemica (Harms et al., 2021). Infatti, ad essere coinvolte non sono solo le cellule neurali ma anche quelle periferiche del sistema immunitario, cruciali nella sua componente

innata ed adattiva. Dagli studi emerge che la microglia, il tipo di cellule più coinvolte nella risposta immunitaria nel SNC, risulta eccessivamente attivata, con un eccessivo rilascio di citochine nel sangue e nel liquido cerebrospinale (Liu et al., 2022), anche se essa sembra avere anche un ruolo preventivo per la malattia (Zhu et al., 2022); inizialmente si pensava che la microglia fosse attivata a seguito della morte neuronale e che l'iperattivazione delle cellule immunitarie contribuisse a questo meccanismo anche a discapito di neuroni sani, ma studi post-mortem e in vivo hanno dimostrato la presenza di microgliosi anche in regioni in cui la morte neuronale risultava addirittura assente (Harms et al., 2021). In merito all' α -sinucleina, è noto che la microglia è in grado di riconoscerne le alterazioni e mettere in atto di conseguenza una risposta immunitaria mobilitando sia cellule microgliali che monocitiche (ibidem). Infine, pare che l'infiammazione sia anche a carico del sistema olfattivo e intestinale, soprattutto in fase prodromica (Zhu et al., 2022).

3.1.2 LA COMPONENTE COGNITIVA E PSICOLOGICA E L'IMPATTO SULLA QUALITÀ DI VITA

Dopo aver individuato i sintomi motori e aver accennato brevemente i meccanismi che mantengono la malattia di Parkinson, è necessario affrontare quali altre componenti formano la realtà di questa patologia, la quale non si ferma alla sola, seppur già molto invalidante, compromissione motoria, ma anche ad alterazioni di natura cognitiva e a deficit di natura quotidiana, che peggiorano la salute psicologica, la percezione di benessere ed autonomia e la qualità di vita dei pazienti. Come fatto in precedenza, si riporta una tabella con i principali sintomi non motori della malattia di Parkinson e un loro breve approfondimento (Tab. 3.2).

SINTOMI NON MOTORI PRECOCI (possono precedere i sintomi motori e sono comuni nel momento della diagnosi)	
Iposmia	Perdita dell'olfatto (70-90%)
Disturbi del sonno	Disturbo del comportamento del sonno REM: parasonnie, sogni vividi spiacevoli e comportamenti ad essi collegati, insonnia,

	acatisia, sindrome delle gambe senza riposo ed eccessiva sonnolenza diurna.
Segni neuropsichiatrici	Ansia generalizzata, attacchi di panico, fobie, depressione lieve con anedonia e apatia.
Alterazioni a carico del SNA (Disautonomia)	Stipsi, incontinenza, intolleranza al calore, disfunzione erettile, ipotensione ortostatica.
MCI	Lieve deterioramento cognitivo in particolare di tipo esecutivo e attentivo.
Dolore e alterazioni somatosensoriali	Parestesie, sensazioni di bruciore, dolore.

Tab. 3.2: Sintomi non motori precoci. Tolosa et al., 2021.

È stata precedentemente citata la difficoltà nel trovare dei marcatori precoci dell'insorgenza della malattia, sembra, però, che i sintomi non motori trovino posto proprio nella fase prodromica e che quelli più predittivi siano la stitichezza, la perdita dell'olfatto e il disturbo del comportamento del sonno REM. Rispetto a quest'ultimo, da studi longitudinali, risulta essere il marcatore più rilevante, poiché porta a morbo di Parkinson o demenza da morbo di Parkinson nel 90% degli individui, anche se l'iposmia e alterazione della DaT SPECT indicano una possibile diagnosi più a ridosso dell'insorgenza della malattia (Tolosa et al., 2021). I sintomi non motori, il più delle volte, precedono di anni la sintomatologia motoria e hanno un peso particolare nel rendere invalidante la malattia, nello specifico le allucinazioni e la compromissione della cognizione sono le principali cause d'istituzionalizzazione in fase avanzata (ibidem). I sintomi non motori vengono ricondotti ad alterazioni cerebrali extranigrali, a livello del tronco encefalico inferiore, del bulbo olfattivo e del SNA periferico (ibidem) e possono essere provocati da aggregazioni di α -sinucleina in vie non dopaminergiche; i cambiamenti di peso e la depressione, invece, sono stati collegati, tramite l'utilizzo della PET, a deficit del sistema serotoninergico (Pagano et al., 2016).

Una delle disfunzionalità che accompagna la sintomatologia motoria e che, in alcuni casi, è inficiante tanto su chi ne è affetto quanto sui caregiver, è il deterioramento cognitivo: esso si manifesta, in forma lieve (MCI-PD) nel 30% dei casi già durante la diagnosi, mentre è

documentato che il 60-80% dei casi arriva a sviluppare la demenza entro i 12 anni di malattia; si tratta di una condizione insidiosa, poiché caratterizzata in molti casi da una mancata consapevolezza dei deficit e del loro impatto (Roheger et al., 2018). La compromissione cognitiva è una condizione che interferisce in contesti come l'occupazione o la guida già nella fase iniziale, anche se il graduale declino previsto ancora non compromette la funzionalità dell'individuo nella sua interezza. Può essere inizialmente definito MCI a dominio singolo per poi ricevere diagnosi di demenza nel momento in cui risulta più di un dominio critico, con più di 2 deviazioni standard sotto la norma (Zhang et al., 2020). La presenza di MCI è di per sé un fattore di rischio per lo sviluppo di un deterioramento significativo e per lo sviluppo di demenza, ma non è il solo, anche una bassa riserva cognitiva, sintomi autonomici e gravi sintomi motori risultano prodromici (ibidem).

I meccanismi che contribuiscono al declino cognitivo, sembrano essere, una precoce degenerazione colinergica nel proencefalo basale, che comunica con la neocorteccia e alterazioni del circuito dopaminergico prefrontale; oltre ai cambiamenti a carico dei sistemi neurotrasmettitoriali, corpi e neuriti di Lewy e modificazioni microvascolari influenzano questo peggioramento (ibidem).

I domini colpiti dalla malattia sono solitamente quello della memoria, dell'attenzione, delle funzioni esecutive e delle capacità visuo-spaziali (Roheger et al., 2018), in una revisione di Roheger et al. (2018) sono stati esaminati 61 studi, tra cui 12 longitudinali, i cui campioni variavano da 60 a oltre 1000 soggetti con Parkinson e l'età considerata era dai 60 circa ai 70 anni. La varietà dei test neuropsicologici utilizzati era molto ampia, ma alcuni dei limiti erano il mancato utilizzo di una batteria completa per la diagnosi, la necessità di coorti più numerose e di follow-up a distanza di anni, questo perché nel tempo è emerso che il deterioramento non si presentava in associazione ad un solo dominio, ma a diversi nelle successive valutazioni. I risultati mostravano un peggioramento consistente delle capacità

linguistiche e visuo-spaziali dopo 5 anni, rispetto al linguaggio sembra che la comprensione di frasi e le abilità di fluency verbale siano le più compromesse, in secondo piano la produzione e la denominazione, le presenti difficoltà sono inoltre collegate a scompensi in aree esecutivo-frontali e nel lobo temporale (Roheger et al., 2018). Anche Weintraub et al. (2022) confermano la presenza di criticità negli ambiti delle funzioni esecutive, memoria, capacità visuo-spaziali, linguaggio e attenzione (Weintraub et al., 2022). Entrando più nello specifico, rispetto alle funzioni esecutive, i test evidenziano deficit di pianificazione, flessibilità mentale, inibizione cognitiva e motoria, memoria di lavoro e sequenze motorie; a livello attentivo emergono difficoltà di controllo e le abilità visuospatiali risultano compromesse in compiti come la discriminazione percettiva e il riconoscimento delle facce e in domini quali l'orientamento spaziale e la memoria visiva; per quanto riguarda la memoria, le difficoltà esistono nel recupero dell'informazione piuttosto che nella sua codifica, facilitato quindi dalla presentazione di cues; infine i deficit di linguaggio, come quelli di memoria, sono tendenzialmente di grado lieve, in particolare i primi sono segnale di altre patologie in comorbidity (Zhang et al., 2020).

La presenza di sintomi neuropsichiatrici viene messa in secondo piano nel momento della diagnosi, seppur abbia una prevalenza significativa nella malattia, influenzata da variabili demografiche, psicosociali, neurobiologiche e dagli interventi stessi applicati al Parkinson (Weintraub et al., 2022). Weintraub et al., (2022) affrontano i sintomi neuropsichiatrici associati alla malattia di Parkinson collegandoli alla loro componente neurobiologica: casi di depressione maggiore o forme più lievi di depressione pare colpiscano fino al 20% dei soggetti in fase precoce con degenerazione dopaminergica, serotoninergica e noradrenergica già in atto; il 40% dei pazienti soffre di disturbi d'ansia in diverse forme (vedi tab.3.2), patologia strettamente legata alla depressione e la cui neurobiologia può essere sovrapposta, con l'aggiunta del ruolo dell'amigdala coinvolta nel circuito della paura; la psicosi si

manifesta nel Parkinson con allucinazioni visive e deliri, che vanno aggravandosi con il progredire della malattia e in concomitanza con il deterioramento cognitivo, causata da squilibri dopaminergici e serotoninergici e degenerazione limbica e prefrontale; infine i disturbi del controllo degli impulsi (tra cui gioco d'azzardo, shopping e comportamenti alimentari), con, in alcuni casi, correlata sindrome da disregolazione dopaminergica, sono presenti nel 30% dei pazienti, causati da una marcata sensibilizzazione dei recettori per la dopamina nella corteccia cingolata anteriore e a livello del mesencefalo e ad una ridotta sensibilità del trasportatore striatale della dopamina (ibidem).

È evidente come la grande varietà di sintomi non motori impatti sulla qualità di vita dei soggetti con malattia di Parkinson, la loro indagine, infatti, genera risultati valutati come fondamentali in studi a lungo termine e nella previsione della mortalità (Hackney & Bennett, 2014). L'unione di sintomi cognitivi e affettivi, legati ad un comportamento del sonno sregolato portano ad una consistente riduzione della HRQOL, la depressione, lo stress e l'ansia, a loro volta, provocano conseguenze negative nella vita sociale, favorendo l'isolamento nel tempo. Tutto ciò rende la componente non motoria di questa patologia, particolarmente degna di nota e bisognosa di interventi che abbiano come obiettivo la riabilitazione dei sintomi motori, l'umore e la qualità della rete sociale (ibidem).

Considerando la qualità di vita come l'equilibrio tra fattori protettivi e stressanti e formata da diversi domini di tipo fisico, psicologico, cognitivo, sociale e ambientale e dai livelli di autonomia, è interessante capire come la malattia li influenzi singolarmente, per quanto non ci sia una condivisione unanime dei risultati in letteratura. Nella revisione di Zhao et al. (2020) si riscontra che la qualità di vita sia effettivamente inferiore in generale nei pazienti con Parkinson rispetto ai controlli sani, più in particolare la depressione e la qualità del sonno sono stati identificati come fattori principali d'influenza sulla QOL ma con risultati contrastanti, o ancora l'ansia, il dolore e l'apatia risultano anch'essi determinanti, in misura

maggiore dei sintomi motori (Zhao et al., 2020). Un altro sintomo non motorio che sembra avere un forte impatto sulla qualità di vita è di certo il dolore, che affligge il 70-95% dei pazienti, ma che viene trattato con apposite cure solo nella metà di questi (Buhmann et al., 2020).

In conclusione, l'insieme dei sintomi motori e non creano limitazioni funzionali che naturalmente vanno ad impattare sui livelli di qualità di vita e il loro persistere crea sempre maggiori difficoltà nella vita di tutti i giorni, il che porta a definire la malattia di Parkinson una patologia particolarmente invalidante per i soggetti che ne soffrono e per le loro famiglie (Mak & Wong-Yu, 2019).

3.2 LA RILEVANZA DELL'ATTIVITÀ FISICA

Nel precedente capitolo, sono state portate alcune evidenze rispetto all'attività fisica in popolazioni anziane sane ed è noto, come già accennato in precedenza, che essa apporti benefici anche in ambiti clinici, campo a cui sarà dedicato questo paragrafo, ovvero l'importanza che l'esercizio acquisisce nel caso della malattia di Parkinson. È necessario perciò introdurre il tema dei trattamenti, che nel caso del Parkinson, brevemente, si affidano per la maggior parte a terapie farmacologiche o a diversi tipi di stimolazione cerebrale in fase avanzata. Attualmente, le terapie dopaminergiche (L-DOPA) sono utilizzate per i sintomi motori, mentre i trattamenti non dopaminergici (es. stimolazione cerebrale profonda) per i non motori, chiaramente non con effetto curativo ma di sola gestione della sintomatologia (Zhu et al., 2022). La presenza di effetti indesiderati, indotti dai trattamenti sopracitati, ha spinto la ricerca ad interessarsi anche ad interventi non farmacologici e meno invasivi, ma allo stesso tempo efficaci e con benefici consistenti, tra quelli documentati in letteratura, proprio l'attività fisica sembra possa essere utile a questo scopo (Jola et al., 2022). Con l'obiettivo di un invecchiamento di successo, tema trattato nello scorso capitolo in soggetti

sani, e considerando la natura cronica e progressiva di questa patologia, l'attività fisica rientra in quelle raccomandazioni che contribuiscono alla prevenzione e al miglioramento della convivenza con essa, nelle sue fasi precoci per ritardarne il progresso, o in fase avanzata per alleviarne i sintomi. L'esercizio fisico, infatti, non ha solo la funzione di ritardare l'insorgenza della malattia di Parkinson, ma anche di diminuire la velocità con cui progredisce, con effetti benefici sui sintomi motori (Mora, 2013). L'esercizio fisico e la terapia fisica più in generale, è stato definito clinicamente utile dall'International Parkinson and Movement Disorder Society nel 2018 per instabilità e difficoltà di deambulazione (Mak & Wong-Yu, 2019). In merito all'intensità con cui viene praticata, sembra che l'esercizio da moderato ad intenso, al contrario di quello leggero, contribuisca maggiormente in termini di prevenzione e protezione della perdita dei neuroni, per esempio è stato dimostrato che l'utilizzo del tapis roulant seguito da un solo esercizio di defaticamento riduce il rischio di malattia e migliora i sintomi motori, la corsa, a sua volta, migliora andatura, forma fisica e conferisce maggior sicurezza (Fan et al., 2020). Una revisione di studi, che ha incluso diverse tipologie di attività fisica, tra queste l'esercizio aerobico, di resistenza, la combinazione stretching e rafforzamento, esercizi per l'equilibrio, la coordinazione e la mobilità, ha riscontrato diversi risultati: un miglioramento dell'andatura misurata tramite il Six-Minute Walking Test con attività aerobica, maggiore velocità di camminata dopo sessioni di tapis roulant, punteggi più elevati alla Unified Parkinson's Disease Rating Scale grazie sia ad interventi di tapis roulant combinati ad esercizi da seduti, che programmi di stretching e rafforzamento (anche se in merito a questa misurazione sono emersi dati contrastanti) e un maggiore equilibrio rilevato con l'Activity-Specific Balance Confidence Scale e la Berg Balance Scale (P. J. Wu et al., 2017).

Fan et al. (2020) spiegano in modo chiaro l'impatto dell'attività fisica nel migliorare i sintomi della malattia di Parkinson e come questa si ripercuota anche a livello cerebrale e molecolare:

sembra, infatti, che l'esercizio abbia la capacità di ridurre gli accumuli di α -sinucleina, oltre a diminuire la perdita dei neuroni dopaminergici e aumentare le connessioni sinaptiche e i fattori neurotrofici. Come già accennato, l' α -sinucleina è la proteina principale nella formazione di agglomerati come corpi e neuriti di Lewy, la cui espressione è patologicamente eccessiva nel caso della malattia, alterazione che la corsa, per esempio, è in grado di regolare. Basandosi su modelli animali, l'iperproduzione di citochine pro infiammatorie, causata dall'accumulo di questa proteina, potrebbe essere ridotta dall'attività fisica, diminuendo l'effetto neurotossico e l'attività della microglia. Esperimenti con roditori evidenziano, inoltre, che gli effetti neuroprotettivi dell'esercizio su questa patologia, siano mediati da fattori neurotrofici come il BDNF e fattori di crescita come l'NGF, entrambi aumentati dalla corsa. Ricollegandosi alle regioni colpite dalla malattia di Parkinson, gli studi evidenziano che l'esercizio fisico accresce i livelli del trasportatore della dopamina (DA) e della tirosina idrossilasi (TH), un enzima coinvolto nella sintesi della dopamina, proprio nelle regioni della pars compacta della substantia nigra e dello striato. La neurogenesi dell'ippocampo, inoltre, aumenta dopo un periodo di corsa, grazie ad una migliore funzionalità delle sinapsi e alla produzione di molecole utili in compiti di memoria (Fan et al., 2020). Si riporta uno schema (Fig. 3.1) degli stessi autori che illustra l'influenza dell'attività fisica a bassa ed elevata intensità considerando l'aspetto molecolare, la sintomatologia motoria e non e vari fattori di rischio e protezione per la malattia di Parkinson.

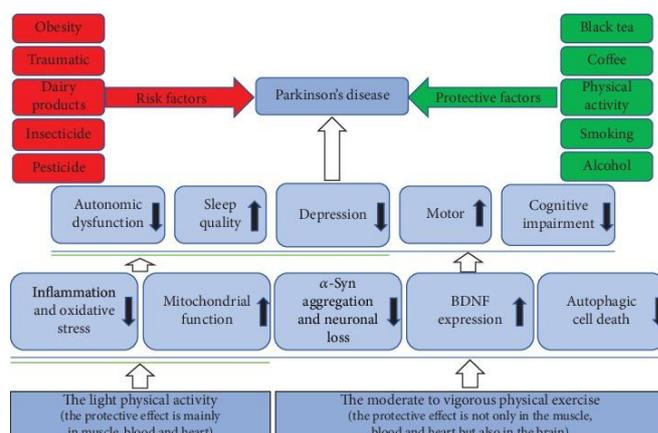


Fig. 3.1: esercizio fisico ed influenze sulla malattia di Parkinson. Fan et al., 2020.

L'allenamento è sempre più spesso annoverato tra i trattamenti complementari a quelli farmacologici per la sua capacità di gestire la malattia, ma sembra essere promettente anche per sintomi non motori tra cui umore, disturbi del sonno e funzionalità cognitiva (Carapellotti et al., 2020).

L'esercizio fisico dimostra, ancora una volta, la sua utilità, ma l'intensità con cui viene messo in pratica, nuovamente, evoca differenti risultati, se leggero, è noto che migliora la qualità del sonno, le alterazioni autonome e i sintomi depressivi; rispetto a questi ultimi, sembra trovare giovamento anche chi si allena a intensità moderata, insieme ad una maggiore prevenzione in termini di deterioramento cognitivo. Per esempio, due anni di esercizio di resistenza con difficoltà crescente aiuta nel migliorare attenzione e memoria di lavoro e soli tre mesi di esercizio aerobico migliorano le funzioni esecutive (Fan et al., 2020). Anche 50 sessioni di metodo Feldenkrais hanno dimostrato i loro effetti sulla cognizione in pazienti tra i 50 e i 70 anni. I meccanismi con cui l'attività fisica influenza le funzioni cognitive e cerebrali sembrano essere relati alla capacità dell'esercizio di regolare l'espressione di α -sinucleina, tuttavia non sono del tutto chiari, praticarla potrebbe avere diretta influenza sulla sua produzione o influenzare meccanismi come la neurogenesi, questione che ad ora non porta ad una risposta univoca (ibidem). L'allenamento aerobico, così come quello di resistenza, lo yoga e la danza sono contemplati come terapie non farmacologiche per sintomi non motori. Nella revisione di Weintraub et al. (2022) l'attività fisica, applicata con protocolli differenti, produce effetti benefici sulla memoria di lavoro, funzioni esecutive ed attenzione in pazienti con Parkinson sia con che senza deterioramento; non solo, poiché gli interventi appena citati sono raccomandati anche in caso di apatia, ansia e depressione (Weintraub et al., 2022). Grazie al basso impatto e rischio e favoriti da caratteristiche come l'accessibilità, la non invasività e la natura sociale, questi interventi sono spesso associati a quelli di tipo farmacologico (ibidem). Migliorando depressione e apatia la terapia fisica ha effetto anche

sulla qualità di vita dei pazienti (Hackney & Bennett, 2014). Praticare attività fisica di vario tipo aumenta sia il rilascio di endorfine, che il numero di neurotrasmettitori disponibili, tra cui serotonina e dopamina, favorendo un effetto positivo sulla depressione, promuovendo l'autoefficacia, l'autostima e stimolando l'interazione sociale; sembra però che le sessioni di allenamento debbano durare almeno 12 settimane per ridurre in modo evidente i sintomi depressivi dei pazienti con Parkinson (P. J. Wu et al., 2017). Tuttavia, in merito alla sintomatologia ansiosa esistono risultati contrastanti, con delle evidenze sull'esercizio aerobico e lo stretching (ibidem).

3.3 LA DANZA COME TRATTAMENTO PER LA MALATTIA DI PARKINSON

È giunto il momento di approfondire il ruolo della danza per questa patologia e valutare la sua efficacia nell'alleviare sintomi motori e non, ponendola tra i possibili interventi non farmacologici per il Parkinson. Si riprendono dunque le evidenze interrotte nello scorso capitolo in merito all'utilizzo della danza nell'invecchiamento, come già affrontato, il punto forte di questa disciplina è sicuramente la sua capacità di agire come un ambiente arricchito, il che rappresenta la sua forza anche in popolazioni cliniche. Una volta attestati gli effetti che l'attività fisica di per sé, intesa come allenamento per il corpo, prettamente fisico per quanto necessariamente coinvolga, come minimo, abilità di tipo attenzionale ed esecutivo, può ottenere, si osservano quali componenti fisiche, regioni cerebrali, processi emotivi e cognitivi possono essere stimolati, in aggiunta, nel caso della danza, naturalmente per soggetti con malattia di Parkinson. Sembra, in effetti, necessario un intervento multidisciplinare e tarato sulla persona per questa patologia, che affianchi le terapie farmacologiche e ne sostenga gli effetti. L'ambiente arricchito ha di conseguenza riscosso particolare attenzione in materia di prevenzione e gestione della malattia: l'unione di modificazioni ambientali, sociali e cognitive attorno all'individuo genera ripercussioni cerebrali, strutturali e funzionali,

fondamentali se si parla di malattie neurodegenerative (Alarcon et al., 2023). È dimostrato che l'ambiente arricchito migliora i sintomi e la qualità di vita in questi pazienti, ma i meccanismi molecolari con cui agisce non sono ancora del tutto certi: da modelli animali emerge, però, che l'ambiente arricchito possa ridurre gli agglomerati di α -sinucleina riducendo i sintomi motori, l'ansia e le disfunzioni olfattive, inoltre, se gli animali permanevano in questo tipo di ambiente fino a 12 mesi, in topi con sovrapproduzione di α -sinucleina confrontati con topi selvatici, si verificano modificazioni a livello dell'ippocampo e nella funzionalità della microglia. Ulteriori benefici erano a carico del declino cognitivo e psicologico, rallentato da una riduzione della morte dei neuroni dopaminergici nella pars compacta della substantia nigra, grazie a vari fattori tra cui la modulazione delle neurotrofine (ibidem). Un innovativo ambito di ricerca si sta focalizzando sull'applicazione dell'ambiente arricchito tramite realtà virtuale, dimostratosi un buon ausilio di tipo multisensoriale per anziani con deterioramento cognitivo lieve, in grado di migliorare la qualità di vita dei pazienti con Parkinson (Alarcon et al., 2023), dato degno di nota se si considerano evidenze a favore della danza online o virtuale, quest'ultima per esempio sembra migliorare i punteggi al BDI (P. J. Wu et al., 2017).

La danza sta quindi guadagnando sempre più spazio tra i metodi di riabilitazione, poiché vengono sempre più spesso messe in luce le caratteristiche che la rendono potenzialmente così utile: in primo luogo può essere definita un tipo di attività fisica (aerobica), che richiede capacità di tipo coordinativo, in particolar modo tra arti superiori e inferiori e che promuove allo stesso tempo processi di attenzione (che influenzano l'equilibrio), di orientamento spaziale, connessione oculo-manuale e di elaborazione degli stimoli. La letteratura dimostra che anziani con esperienza di danza hanno migliori performance di intelligenza fluida e attenzione e che questi benefici possano essere d'aiuto nel campo dei disturbi neurologici come il Parkinson (Haeger et al., 2019). Non solo, la danza, infatti, è inclusa tra i trattamenti

alternativi ai farmaci per sintomi come depressione ed apatia (Weintraub et al., 2022).

Riprendendo la definizione della danza precedentemente citata da Kattenstroth et al. (2013), si nota anche in questo caso come la combinazione di coordinazione ritmica e motoria, stimolazione acustica, processi mnestici, affettivi, emotivi e interazione sociale siano gli ingredienti vincenti per affermarsi tra gli interventi per questa malattia (Kattenstroth et al., 2013). Degna di nota, a questo punto dell'elaborato, è sì l'associazione tra caratteristiche cognitive, fisiche e sociali, ma anche la necessità, mentre si danza, di sincronizzare movimenti più o meno complessi con ritmi musicali, si vedrà infatti che il ritmo è fortemente d'aiuto ai soggetti con Parkinson nell'effettuare sequenze motorie; dalla letteratura emerge che questo tipo di esperienza multisensoriale attiva maggiormente il nucleo genicolato mediale (Ismail et al., 2021).

Un altro dato positivo, da non sottovalutare se ci si ricollega a quanto detto nel capitolo precedente sulla motivazione all'attività fisica nella popolazione anziana, è che i tassi di partecipazione delle persone con Parkinson sembrano discretamente elevati per quanto riguarda la danza, a differenza di altre pratiche di allenamento, più influenzate dall'umore basso e dall'affaticamento (Bek et al., 2020), inoltre, gode di minori tassi di abbandono e un alto livello di compliance, che porta i soggetti a continuare anche dopo la fine degli interventi (Sharp & Hewitt, 2014). Diffidenze sull'efficacia e la paura di cadere sono elementi che bloccano gli anziani con Parkinson dal praticare esercizio fisico, ma la danza viene considerata particolarmente attraente ed accessibile, senza tralasciare la socialità intrinseca della disciplina e la possibilità di essere seguiti da un istruttore (McNeely et al 2015). Nello specifico, le classi di danza appositamente strutturate per questa patologia sono particolarmente frequentate, con benefici per l'umore e il controllo motorio (Jola et al., 2022).

Barnish and Barran (2020) espongono i benefici psicosociali apportati dalle arti dello spettacolo

alla malattia di Parkinson, suddividendoli in due categorie, i primi, strumentali, racchiudono sollecitazioni comportamentali, cognitive ed attitudinali, ma anche effetti sociali ed economici per la comunità, i secondi, di più ardua definizione, sono quelli intrinseci, che avvalorano la persona dal punto di vista individuale, artistico, intimo. Se si analizza anche la possibilità di essere parte di un coro, così come in un gruppo di teatro o in una classe di danza, non si può tralasciare il potere terapeutico di un'identità di gruppo che queste discipline conferiscono, assieme ad esiti positivi per la salute emotiva, psicologica e sociale riducendo l'isolamento, elemento chiave nella riduzione della qualità di vita nel Parkinson (Barnish & Barran, 2020).

Nei prossimi due paragrafi si cercherà di esplicitare le modificazioni che la danza può promuovere rispetto a sintomi motori e non e quindi qual è il suo contributo concreto nella quotidianità di questa patologia.

3.3.1 SINTOMI MOTORI

Anche la danza, similmente all'attività fisica in generale, può offrire delle stimolazioni fisiche e motorie che allevino in parte la sintomatologia, rendendola di più facile gestione. Nel seguente approfondimento, verranno messe in luce sia misure oggettive, tipicamente utilizzate per valutare la componente motoria della malattia di Parkinson, che dati soggettivi, per far emergere le ripercussioni che il miglioramento motorio e di conseguenza l'accresciuta autoefficacia, generano in questi soggetti. È necessario, però, premettere che ci sono dei limiti evidenziati dalle revisioni prese in considerazione, ovvero la presenza di studi non randomizzati, campioni di piccole dimensioni e una non del tutto adeguata certezza delle prove esposte, con rischio di bias, sia per quanto riguarda l'evidenza sull'attività fisica, ma ancor di più per quanto riguarda la danza. Quindi, per quanto praticare dell'esercizio fisico rientri in linee guida ormai consolidate, in diversi casi si sottolinea la necessità di ulteriori studi con maggior rigore metodologico. Inoltre, data la crescente prescrizione di terapie di

tipo sociale-artistico, definire quali specifici programmi possono essere maggiormente influenti, per esempio tra i differenti tipi di danza e l'intensità dell'esercizio, ha acquisito una certa rilevanza tra gli obiettivi futuri in ambito di ricerca (Carapellotti et al., 2020).

L'influenza della danza a livello fisico è stata ampiamente dimostrata negli ultimi anni, a partire da una postura più corretta, che porta ad un equilibrio migliore, grazie ad una buona struttura ossea e legamenti e articolazioni in salute (Douka et al., 2019). Ancora una volta è la natura stessa della danza a godere di caratteristiche che si sposano discretamente con le aree di criticità del Parkinson, essa infatti allena l'equilibrio, la postura, la dinamica e la forza con grande precisione, il che genera miglioramenti nella camminata e nell'equilibrio, riducendo anche il rischio di cadute (Ismail et al., 2021). Si tratta di un tipo di esercizio che necessita di molto impegno, che riesce a simulare le perturbazioni che l'equilibrio subisce quotidianamente, cambi di direzione e movimenti predeterminati (De Natale et al., 2017).

L'atto di danzare, infatti, richiede un tipo di equilibrio dinamico e capacità di adattamento, considerati fondamentali nella riabilitazione di questo disturbo, per fare un esempio pratico, compiti complessi come camminare all'indietro e improvvisare movimenti, nonché correggerli e riprendere le sequenze con velocità accresce le abilità di problem solving, aiuta la ricerca di strategie e aumenta la mobilità di persone con Parkinson (Hackney & Bennett, 2014). Per alterazioni dell'andatura e instabilità a livello posturale, uno dei requisiti fondamentali sembra essere proprio l'allenamento dell'equilibrio dinamico e l'accrescimento della capacità di adattamento a stimoli ambientali, caratteristiche garantite anche da programmi tradizionali, i quali, tuttavia, al contrario della danza, non risultano abbastanza coinvolgenti per gli anziani (Hackney & Earhart, 2009).

Dalla revisione di Ismail et al. (2021) emerge che, rispetto a cure abituali, la danza favorisce la funzione motoria e l'equilibrio e che la danza irlandese, confrontata con la fisioterapia, ha migliorato l'equilibrio e l'andatura, in accordo con altre revisioni, inoltre, sembra che la

danza diminuisca la gravità dei sintomi motori secondo i punteggi all'MDS-UPDRS (III) e aumenti i TR al test TUG (Ismail et al., 2021). Anche la revisione di Delabary et al. (2017) ha confrontato programmi che utilizzavano la danza rispetto ad altri interventi, o in assenza di essi, ed è emerso, anche in questo caso, che la danza garantiva punteggi migliori nella Unified PD Rating Scale III e nel Time Up and Go test (Delabary et al., 2017; Feenstra et al., 2022). È stato dimostrato che: la danza irlandese migliora i sintomi motori rispetto ad un intervento con esercizio fisico tradizionale ed è stata associata ad un minor numero di episodi di congelamento, un maggiore equilibrio ed a una migliore mobilità rispetto a programmi di fisioterapia; la danza moderna, la danza classica e la "Dance for PD"⁴ hanno migliorato rispettivamente andatura, equilibrio e mobilità funzionale; ancora, persone che hanno partecipato a programmi di danze miste hanno riferito una maggiore mobilità e mostrato un'andatura migliore a confronto con un gruppo di sostegno. Rispetto a misure di tipo qualitativo, la danza classica e la "Dance for PD"⁴ hanno portato i partecipanti a percepire una qualità di movimento migliore, minore rigidità e maggiore consapevolezza corporea (Bek et al., 2020). Rispetto alla frequenza delle cadute, sembra che siano necessari più studi longitudinali per verificare l'impatto della danza su questa variabile (Carapellotti et al., 2020). Uno studio longitudinale, della durata di oltre tre anni, ha valutato l'efficacia della "Dance for PD"⁴ sulla base delle evidenze per cui questa disciplina possa impattare sull'autoefficacia, migliorando qualità di vita e sintomi motori e sulla funzionalità sociale ed emotiva a livello quotidiano: le misure erano raccolte tramite UPDRS, nelle sue sezioni I, II, III e IV e l'intervento era svolto settimanalmente. Rispetto al gruppo con Parkinson che non si è allenato, il gruppo danzante ha mostrato una riduzione del tasso di progressione dei sintomi motori di 3 punti all'anno, con un punteggio alla scala III di molto inferiore (19.07)

⁴ J. Bek et al., *Dance and Parkinson's: A review and exploration of the role of cognitive representations of action*, *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2020, 109, 16–28.

dopo 1000 giorni di allenamento, rispetto ai controlli (28.27); inoltre dopo tre anni di allenamento anche i punteggi risultanti dalle altre tre sezioni della UPDRS non mostravano peggioramenti. Questa tipologia di programma che unisce in modo mirato esercizi a bassa ed alta intensità, appositamente creati da istruttori specializzati potrebbe aumentare i livelli di BDNF neuroproteggendo aree colpite dalla malattia come i gangli della base (Bearss & DeSouza, 2021).

La regolare frequentazione di corsi di danza favorisce sicuramente mobilità ed equilibrio in persone con malattia di Parkinson, inoltre, riprendendo il contributo del ritmo, dagli studi emerge che la musica aumenta l'attivazione di neuroni adibiti al controllo motorio, provoca maggiore irrorazione della corteccia temporale, frontale, parietale e dell'ippocampo, il che si traduce in un'aumentata plasticità (Fan et al., 2020) che migliora equilibrio, movimento e cognizione del corpo (L. Wang et al., 2022). Inoltre, sembra che una stimolazione musicale sia utile nell'influenzare alcuni parametri dell'andatura, come la lunghezza del passo, riducendo la variabilità durante la camminata e il ritmo di cammino con una cadenza più rapida, diminuendo la probabilità di caduta (Pereira et al., 2018).

Anche gli studi che hanno unito interventi di danza e realtà virtuale hanno ottenuto alcune evidenze in ambito motorio, in particolare lo studio di Lee et al. (2015) ha sottoposto i partecipanti ad un trattamento di 30 minuti, per cinque giorni a settimana, per 6 settimane, tramite un gioco per Nintendo Wii, il quale conferiva feedback uditivi e visivi se il movimento veniva imitato correttamente; seppur il campione fosse molto limitato, i risultati hanno mostrato un significativo miglioramento in termini di equilibrio tra il gruppo di danza e quello di controllo (Lee et al., 2015). Un altro intervento di danza con videogiochi chiedeva ai partecipanti di ballare su una specifica freccia segnalata dal gioco, con una musica scelta individualmente, il programma ha prodotto un maggior equilibrio e migliori capacità motorie e cognitive (Pereira et al., 2018). Lo studio di Bek et al. (2022) ha riunito 466 soggetti, di cui

276 con Parkinson, per indagare i benefici motori e non, a seguito di programmi di danza online, pratica che è stata particolarmente sfruttata in periodi di pandemia e che ha riscosso alti livelli di coinvolgimento: le misure qualitative hanno visto più miglioramenti a livello di postura ed equilibrio rispetto ad anziani sani, sottolineando l'importanza dell'immaginazione, come strategia sia motoria che cognitiva, nel produrre gli outcomes ottenuti (Bek et al., 2022).

Come si può notare, ci sono delle corrispondenze tra cambiamenti promossi dall'attività fisica in generale e la danza, a sostegno del fatto che quest'ultima possa avere le carte in regola per offrire un'alternativa efficace ai metodi di allenamento convenzionale, con forse qualche elemento in più in campo cognitivo e sociale.

La revisione di Bek et al. (2020) è di particolare rilevanza in questo approfondimento poiché tratta alcuni temi che scavano più a fondo su alcuni meccanismi di base della danza, i quali possono stimolare a livello cerebrale circuiti e aree che influenzano di conseguenza i sintomi motori. Una delle caratteristiche fondamentali di una qualsiasi lezione di danza convenzionale è l'osservazione delle azioni proposte dall'istruttore, che innesca l'attivazione di aree fronto-parietali, coinvolte anche nell'esecuzione motoria, e la loro deliberata imitazione, con annessa influenza da parte dei compagni che si muovono attorno. Questo processo sembra facilitare l'apprendimento grazie all'utilizzo di rappresentazioni motorie. L'immaginazione motoria è una pratica che viene già utilizzata nell'allenamento e nella riabilitazione, si compone di immagini visive e cinestetiche e possiede una base neurale in comune con l'esecuzione e l'osservazione dei movimenti. È stato dimostrato che le persone con Parkinson conservano l'abilità di imitazione e di immaginazione motoria per azioni semplici e quest'ultima, in combinazione con l'osservazione, sembra promettente nel migliorare l'aspetto motorio sia dal punto di vista comportamentale che neurale; l'unione di osservazione, imitazione e immaginazione, dunque, può stimolare l'accesso a schemi di

movimento e facilitare l'incipit e la realizzazione di azioni e il loro apprendimento, grazie anche alla maggiore stimolazione cerebrale, data da un'osservazione finalizzata (all'interno di una classe di danza) piuttosto che passiva. L'osservazione di azioni è risultata utile nel migliorare l'equilibrio, l'andatura e l'indipendenza anche a lungo termine. La complessa stimolazione che si genera all'interno di un ambiente così attivo, può essere utile nell'aiutare a generare strategie anche nella vita quotidiana, dato l'utilizzo di osservazione e immaginazione in attività di tutti i giorni, riferita da persone con Parkinson (Bek et al., 2020).

In conclusione, un ultimo elemento da considerare, anch'esso alla base di molte lezioni di danza, è il contributo della ritmicità offerta dalla musica, la quale concorre alla stimolazione sensorimotoria prodotta dall'osservazione e dall'immaginazione dell'azione, anche a livello cerebrale, aumentando l'attivazione e contribuendo ad un miglior tempismo nella camminata. I risultati in questo campo non sono del tutto coerenti, ma pare che gli stimoli uditivi attivino regioni adibite al movimento e al timing, bypassando i gangli della base, all'interno dei quali, invece, è stato registrato un rilascio di dopamina e un coinvolgimento di reti neurali adibite alle emozioni e alla motivazione, a seguito dell'ascolto della musica (ibidem).

Si conclude il paragrafo con uno studio che ha valutato sia le componenti motorie, che quelle cognitive ed emotive, a seguito di un intervento di danza, rispetto ad un gruppo di esercizio ed un gruppo di controllo sedentario, in modo tale da concludere l'aspetto motorio e iniziare ad addentrarsi nel contributo della danza alla sintomatologia non motoria. Come si evince anche dalla figura riportata (Fig. 3.2, vedi pagina successiva), il gruppo di danza ha ottenuto miglioramenti nel Time Up and Go test, sul numero di passi e nella Berg Balance Scale, con una camminata più ampia ed un equilibrio più stabile (Hashimoto et al., 2015).

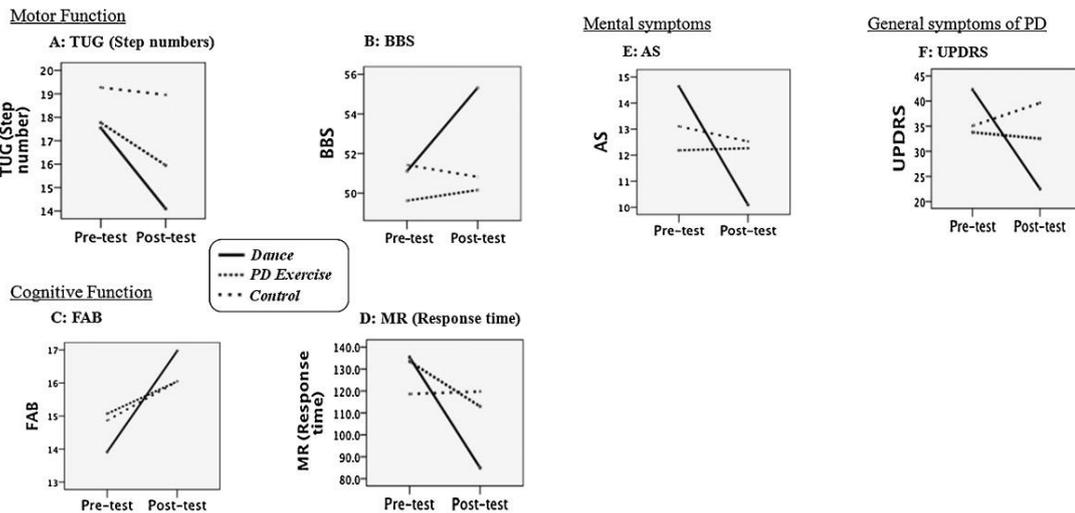


Fig. 3.2: Confronto tra un gruppo di danza, un gruppo di esercizi per PD e un gruppo di controllo su misure motorie e non motorie. (Hashimoto et al., 2015).

3.3.2 SINTOMI NON MOTORI

Trattando ora i sintomi non motori si può affermare che, anche in questo caso, la danza gode di una discreta evidenza nel migliorare gli aspetti cognitivi, emotivi ed affettivi della malattia di Parkinson. Per quanto riguarda le funzioni cognitive, esistono studi che danno prova che la danza possa migliorare la cognizione generale, misurata tramite la batteria di test MoCA e le abilità di dual-tasking (Weintraub et al., 2022; L. Wang et al., 2022). Anche McNeely et al. (2015) mostrano miglioramenti nella stessa valutazione globale dopo un intervento di tango, disciplina di cui si parlerà successivamente, e nelle funzioni esecutive, misurate tramite la Frontal Assessment Battery, rispetto ad un gruppo di controllo (McNeely et al., 2015). È necessario nel caso di quest'ultima specificare che le evidenze mostrano la necessità di interventi sufficientemente lunghi per ottenere degli effetti in abilità quali, appunto, le funzioni esecutive e la memoria visuospaziale (ibidem). La memoria può essere stimolata anche da tecniche come il mirroring, ovvero l'osservazione e imitazione di cui si parlava nel precedente paragrafo, che influenza la cognizione e più precisamente le memorie corporee (Ismail et al., 2021). Per quanto riguarda la memoria di lavoro, invece, pare che sia soggetta a miglioramenti, nella sua componente verbale, a seguito di un programma di danze miste

rispetto ad un gruppo di sostegno sociale, studio che ha riscontrato effetti positivi anche in termini di attenzione ma non di funzioni esecutive, effetto ottenuto invece dalla danza moderna rispetto ad un gruppo di controllo (Bek et al., 2020). Dalla letteratura emergono degli effetti anche in prove e compiti specifici, come i tempi di risposta in un compito di rotazione mentale a seguito di interventi con danze miste e in compiti di switching dopo la danza contemporanea, ma non con il Tai Chi; inoltre si evidenziano modificazioni a livello della P300 dopo interventi di quadriglia (McNeely et al., 2015). La danza di per sé richiede ed allena competenze cognitive attraverso istruzioni in cui è richiesta un'elevata attenzione, controllo motorio, coordinazione e strategie cognitive. Sembra che, per la sua composizione, possa avere effetti benefici nell'affrontare situazioni che richiedono controllo motorio, posturale e cognitivo, abilità che emergono come criticità in persone con Parkinson, e sulle funzioni esecutive; questi risultati sono stati confermati anche al follow-up e confrontati con la riabilitazione tradizionale, effettuata anch'essa in gruppi per evitare effetti dovuti all'interazione sociale, tuttavia la danza risulta più coinvolgente e divertente (De Natale et al., 2017). Anche nello studio precedentemente introdotto (vedi Fig.3.2) emergono migliori prestazioni alla Frontal Assessment Battery (FAB) e al Mental Rotation Task (MRT): l'ipotesi che viene affrontata è la possibilità che la danza possa stimolare delle regioni cerebrali normalmente deficitarie in persone con la malattia di Parkinson e la richiesta di attenzione alla musica e a cue visivi e uditivi, mentre si programma il successivo movimento, pare stimolare la creazione di immagini motorie, che attivano circuiti frontali e dei gangli della base, esercitando una certa influenza anche in capacità di memoria a breve termine; l'esercizio di rotazione mentale, a sua volta, attiva aree premotorie e parietali, anch'esse legate a circuiti dei gangli della base, i risultati mostrano che il gruppo di danza ha saputo migliorare la velocità con cui viene formata l'immagine motoria e la scelta sulla giusta rotazione (Hashimoto et al., 2015). Si nota che i dati sulle funzioni esecutive presentano delle

incoerenze sia rispetto alla presenza o assenza degli effetti alla fine dell'intervento, sia sulla durata necessaria.

Programmi di danza sembrano poter aiutare anche con sintomi neuropsichiatrici, migliorando l'umore in generale e portando ad una riduzione della rabbia. Sono stati rilevati punteggi più bassi di depressione a seguito di interventi con la "Dance for PD"⁴ rispetto ad un programma di supporto sociale e una riduzione della depressione e dell'apatia è stata riscontrata anche con la danza moderna rispetto ad un gruppo di controllo (Bek et al., 2020). Sono stati ottenuti punteggi migliori, misurati con la Geriatric Depression Scale, dopo un intervento con la danza in una casa di cura e in scale quali l'Hamilton Depression Rating Scale e l'Hamilton Anxiety Rating Scale con la quadriglia rispetto a gruppi di controllo; in merito alla presenza di patologie ansiose nella malattia di Parkinson, interventi di ballo risultano influenti su fattori di rischio come instabilità posturale, alterazioni dell'andatura e sintomi depressivi (McNeely et al., 2015). Gli aumentati livelli di umore a seguito di tali interventi potrebbero essere causati anche da una maggiore concentrazione di serotonina, registrata solitamente a seguito di una pratica fisica, a maggior ragione se essa viene considerata particolarmente coinvolgente (Sharp & Hewitt, 2014). Y. Wang et al. (2022) definiscono la danza come il miglior trattamento non farmacologico contro la depressione tra quelli presi in considerazione, che ha stimolato emozioni positive ed una buona compliance (Y. Wang et al., 2022). Riprendendo lo studio di Hashimoto et al. (2015), si può notare come un intervento che utilizza la danza possa migliorare i punteggi alla Self-rating Depression Scale (SDS), all'Apathy Scale (AS) e il punteggio totale della UPDRS (vedi Fig.3.2) rispetto alla baseline e, in modo più significativo, rispetto al gruppo di controllo e al gruppo di esercizi per il Parkinson. Le motivazioni che danno gli autori originano dalle caratteristiche intrinseche della danza, essa, infatti promuove sensazioni piacevoli, unioni interpersonali in piccoli e grandi gruppi, la condivisione di esperienze, emozioni e divertimento, stimolando i circuiti

della ricompensa (Hashimoto et al., 2015) e favorendo il processo espressivo che lega i propri vissuti al movimento (Michels et al., 2018). Inoltre, somministrata tramite realtà online, può ridurre sia la presenza che la gravità dei sintomi depressivi (Lee et al., 2015). Da non sottovalutare la componente motivazionale, chi inizia un corso di danza spesso continua perché ne apprezza l'ambiente, si sente più fiducioso e motivato, mostrando, inoltre, preferenza per la danza in coppia piuttosto che individuale; l'apatia e l'isolamento sociale, invece, contribuiscono a diminuire il benessere e la qualità di vita di questi soggetti (Bek et al., 2020).

La danza, dunque, è in grado di migliorare componenti cruciali che, se inficiate dalla malattia, portano ad una qualità di vita inferiore. Già dalle sue fasi precoci, la malattia di Parkinson presenta un quadro sintomatologico complesso che influenza l'HRQOL, dai primi sintomi motori, peggiorati poi da disturbi cognitivi, dell'umore e del sonno. La forte limitazione della propria funzionalità ed autonomia aumenta stress e isolamento sociale, aumentando la necessità di terapie focalizzate non solo sulle componenti motorie, ma sul donare una qualità di vita dignitosa a questi soggetti (Hackney & Bennett, 2014). Con la danza aerobica e la danza folcloristica turca sono stati registrati risultati migliori alla Short Form Health Survey (SF-36) rispetto a dei controlli, in particolare nelle sottoscale di salute generale e mentale e sul funzionamento; anche il Life Satisfaction Questionnaire e la Satisfaction with Life Scale hanno ottenuto buoni punteggi dopo interventi rispettivamente con danza Agilando e danza creativa, confrontandoli con gruppi di controllo (ibidem). Seppur ci siano delle evidenze rispetto ad una migliore qualità di vita e le caratteristiche della danza siano promettenti, la letteratura presenta ancora risultati contrastanti (C. Wu et al., 2022). Dagli studi emerge anche che, seppur in assenza della certezza di una relazione causale, la danza sia legata a migliori livelli di autostima, che a sua volta impatta sulla qualità di vita; tuttavia, gli autori mantengono aperta l'ipotesi che questi miglioramenti possano essere stati

generati dalla riduzione dei sintomi motori o dalle interazioni sociali. Ad ogni modo, in ognuna di queste spiegazioni, vengono presi in considerazione fattori che la danza promuove e migliora, quindi, qualunque sia la causa, è probabile che un intervento con la danza possa influenzare l'autostima dei soggetti con Parkinson, i quali hanno riferito di sentirsi meno pazienti e più individui (Feenstra et al., 2022). Nuovamente la realtà virtuale sembra concorrere nel miglioramento dell'indipendenza funzionale, influenzando positivamente le ADL, poiché stimola i pazienti con movimenti imprevedibili, coordinazione e cambi di direzione (Lee et al., 2015). Dalla revisione di Carapellotti et al. (2020), invece, solo uno studio ha dimostrato buoni risultati in termini di attività di vita quotidiana (MDS-UPDRS II) dopo un intervento di tango della durata di 1/2 anni, riflettendo sulla possibile necessità di interventi duraturi per notare benefici in quest'ambito (Carapellotti et al., 2020). I programmi di danza online, oltre ad aver apportato benefici motori, sembrano utili nel mantenere un legame con la comunità, seppur non garantendo un vero e proprio contatto sociale, aumentando la fiducia dei partecipanti e costruendo un ambiente sicuro, privo di giudizio. Si tratta di una soluzione che permette di garantire un servizio anche a chi non ha possibilità di prendere parte a lezioni dal vivo, ma presenta dei limiti a causa della minor confidenza con la tecnologia e di barriere linguistiche (Bek et al., 2022).

Un ultimo importante ed interessante ambito di ricerca è quello che lega la danza, la malattia di Parkinson e la cognizione sociale, quest'ultima presenta delle criticità nei pazienti a causa della loro ridotta espressività facciale e la minore possibilità di accompagnare le conversazioni con i gesti, date le limitazioni motorie, il tutto si traduce in una difficile comprensione e simulazione (risposta neurale e fisiologica quando si guarda una persona esprimere un'emozione) delle emozioni. L'osservazione delle azioni altrui, particolarmente stimolata dalle lezioni di danza, sembra avere una certa influenza nella risposta di conduttanza cutanea e nelle valutazioni soggettive delle emozioni, modificazioni che portano

a riflettere sul possibile ruolo della danza nel migliorare l'elaborazione emotiva e sociale dei pazienti con Parkinson, non solo attraverso l'osservazione e l'immaginazione, ma anche sfruttando la necessità di sintonizzarsi con i movimenti degli altri, rappresentarsi le azioni altrui e imitarle o inibirle in base alle situazioni. Il controllo inibitorio è di fatto compromesso in questa patologia, ma con margine di miglioramento (Beck et al., 2020).

3.4 IL TANGO

Per concludere il capitolo si vuole dedicare uno spazio apposito ad un particolare stile di danza, uno dei più documentati tra quelli applicati negli studi come interventi riabilitativi per la malattia di Parkinson, ovvero il tango. Quest'ultimo, infatti, per come è strutturato sembra avere delle peculiarità che vanno a influire su specifiche componenti della patologia, soprattutto a livello motorio, ma con qualche evidenza anche rispetto ad altri ambiti. Non sono moltissimi gli studi in letteratura che riguardino esclusivamente l'utilizzo del tango per la riabilitazione del Parkinson, piuttosto le informazioni risultano più sparse, all'interno, per esempio, di interventi con danze miste. L'obiettivo è quindi quello di convogliare le evidenze in questo paragrafo, per esplicitare i possibili benefici apportati da questa particolare disciplina.

Il tango è uno stile di danza che concentra la sua attenzione in modo particolare sulla camminata, esso, infatti, si compone di sequenze di passi di crescente complessità, effettuate assieme ad un partner, che, per essere eseguiti correttamente, necessitano di molta attenzione e precisione. Ancora più nello specifico richiede diversi inizi e cessazioni del movimento, che può avvenire in avanti, all'indietro e lateralmente, conseguenti cambi di direzione e differenti velocità (C. Wu et al., 2022), abilità che possono lavorare su sintomi motori quali difficoltà nell'incipit del movimento e bradicinesia. Con l'aiuto della musica, altra caratteristica distintiva del tango, la persona che deve eseguire le sequenze sarà avvantaggiata dalla presenza di cue uditivi, ma anche visivi basati sul movimento del partner e ancora cognitivi,

avendo stimolato delle immagini motorie specifiche prima di iniziare a muoversi. Uno stile di danza come questo, inoltre, risulta superiore rispetto ad altri interventi nel migliorare l'equilibrio funzionale, poiché necessita di controllo posturale ancora prima di iniziare i passi e un continuo riassetto durante le sequenze, mettendo in atto strategie di correzione del passo, fondamentali per il mantenimento dell'equilibrio stesso (Sharp & Hewitt, 2014).

Anche nello studio di Sacco et al. (2006) è stato scelto il tango come esercizio per migliorare la camminata, unendo componente motoria e immaginazione (i partecipanti, a fine lezione, avevano il compito di immaginare i passi eseguiti); la scelta di questa disciplina, spiegano gli autori, è stata fatta in base alla forte componente attentiva dedicata agli arti inferiori, al valore ecologico dell'intervento, poiché i passi effettuati dai partecipanti si avvicinavano molto ad una camminata standard e per la possibilità di allenare la precisione di movimento di gamba e piede, aumentandone la consapevolezza (Sacco et al., 2006).

Sempre in merito all'equilibrio sembra che il tango porti a risultati migliori, sia rispetto ad interventi con specifici esercizi per il Parkinson, che comparato ad un gruppo di controllo: gli autori hanno ipotizzato che fosse proprio la presenza di combinazioni motorie con passi in diverse direzioni, ad aver conferito maggior capacità di equilibrio ai partecipanti e migliorato i punteggi al TUG e alla BBS (Hashimoto et al., 2015). Nella revisione di Barnish e Barran (2020) sono stati indagate diverse tipologie di danza, tra cui il tango, citato tra i metodi più efficaci nel migliorare la funzione motoria (Barnish & Barran, 2020). Ulteriori risultati in ambito motorio, in particolare in termini di equilibrio, sono stati rilevati da Bek et al. (2020) in interventi con il tango, confrontati con gruppi che non erano assegnati ad alcun intervento, gruppi con programmi educativi o gruppi assegnati a pratiche come esercizio fisico e fisioterapia; rispetto alla mobilità funzionale, interventi di tango hanno prodotto migliori risultati di programmi di stretching, tapis roulant, esercizio individuale e riabilitazione tradizionale; il tango e la "Dance for PD"⁴, invece, hanno portato a risultati simili per quanto

riguarda la posizione seduta ed eretta e l'equilibrio (Bek et al., 2020). Confrontato con Tai Chi, Qigong, yoga e allenamento di resistenza, il tango ha ottenuto un miglior equilibrio, maggiore velocità di cammino e modificato in positivo i punteggi al TUG e alla BBS (C. Wu et al., 2022). Secondo Pereira et al. (2018) il tango argentino, in 13 settimane di intervento, migliora velocità dell'andatura e lunghezza del passo, oltre all'equilibrio e alla coordinazione; inoltre, riduce sintomi come tremori e rigidità, accrescendo mobilità e tono muscolare, responsabile di un migliore equilibrio statico (Pereira et al., 2018). Seppur con la necessità di ulteriori studi a riguardo, sembra che il tango abbia il potenziale per migliorare la flessibilità e rotazione del tronco, la manualità e la bradicinesia; assenti, invece, sono evidenze che vedono il tango come responsabile di minori episodi di congelamento, ma le caratteristiche sopraelencate, rispetto alla natura di questa disciplina, scaturiscono interesse per ulteriori indagini (Carapellotti et al., 2020).

A livello cerebrale, tramite PET, è stata rilevata una maggiore attivazione dei gangli della base e del putamen, strutture adibite al controllo dei movimenti nella danza, in particolare nel caso di movimenti accompagnati dal ritmo (Sharp & Hewitt, 2014). Nel tango, l'utilizzo di cue come la musica e il partner, sembra cruciale nell'orientare l'attenzione ad alcuni fondamenti del movimento e spiegare come questi ausili possano portare a modificazioni cerebrali responsabili di alcuni miglioramenti: in primo luogo la musica ha la capacità di bypassare i gangli della base e raggiungere la corteccia premotoria tramite il cervelletto e l'area motoria supplementare attraverso il talamo, producendo maggiore velocità e cadenza nell'andatura; il partner, in secondo luogo, migliora la stabilità con il contatto fisico, funge da bersaglio per conferire più stabilità nella lunghezza del passo e può essere d'aiuto anche per passi che prevedono lo scavalco di un piede, pratica particolarmente relata alla riabilitazione del FOG, assieme allo spostamento del peso tra arti inferiori (Hackney & Earhart, 2009).

I miglioramenti pare non riguardino solo la componente motoria, ma anche quella cognitiva, con punteggi più alti nella cognizione globale (MoCA), memoria visuospatiale (Test di Corsi) e memoria di lavoro spaziale (McNeely et al., 2015). In particolare con il tango argentino (Ismail et al., 2021; Romenets et al., 2015), è emersa una migliore cognizione spaziale e funzioni esecutive più efficaci, diminuendo anche la gravità della malattia (Fan et al., 2020). Da notare che questi risultati rimangono però contrastanti secondo alcuni studi (De Natale et al., 2017).

In ambito di sintomi non motori, anni di tango hanno prodotto miglioramenti rilevati tramite UPDRS, rispetto ad un gruppo senza intervento e una riduzione dell'affaticamento rispetto agli effetti ottenuti con esercizio individuale; altre note positive riguardano i livelli di partecipazione sociale (Bek et al., 2020; Romenets et al., 2015). In merito a quest'ultimo punto, esistono evidenze su come il tango si dimostri utile nel rendere più attivi socialmente e quotidianamente gli individui con Parkinson che prendono parte a questi interventi, essi, infatti, testimoniano di aver ripreso attività che svolgevano in precedenza o di averne intraprese di nuove (Hackney & Bennett, 2014). Grazie a strumenti di misura come la MDS-UPDRS II, anziani con Parkinson hanno valutato le loro capacità riguardo le ADL e, dopo due anni di tango, sono emerse differenze rispetto ai controlli, con un aumento della loro partecipazione ad attività strumentali e sociali; nuovamente, con due anni di intervento di tango, sono migliorati anche i punteggi alla MDS-UPDRS I, con riscontri positivi su disturbi del sonno, affaticamento e disturbi gastrointestinali; già dopo 3 mesi di tango, invece, ci sono stati effetti benefici specifici rispetto alla fatica, rilevata tramite la Krupp Fatigue Severity Scale (McNeely et al., 2015). In merito a sintomi quali ansia e depressione, è emerso che la capacità del tango, unito a stimoli ritmici, di stimolare strutture cerebrali come il putamen, possa giocare un ruolo nella diminuzione di tali sintomi. Una ridotta disponibilità di trasportatori della dopamina nel putamen anteriore è, infatti, correlata a questo tipo di sintomi

ed essendo anche una delle strutture critiche nella malattia di Parkinson, partecipare ad un intervento di tango potrebbe generare benefici sull'umore; questi risultati sono stati rilevati già dopo due settimane di lezioni e mantenuti al follow up dopo un mese (Hackney & Bennett, 2014).

Un'interessante iniziativa che condivide alcune caratteristiche in comune con il tango è il Pasodoble, una disciplina di coppia che, anche in questo caso, affonda le sue radici nella camminata, la quale può essere eseguita in avanti, indietro, lateralmente, ruotando in diverse direzioni e incorporando il superamento di ostacoli. La particolarità, in questo caso, è che viene presentata come un'attività da effettuare con il proprio caregiver, con effetti benefici non solo su equilibrio, fragilità e andatura, ma anche sulla qualità della relazione caregiver-paziente, conferendo alla prima delle parti un ruolo attivo nella riabilitazione di questi soggetti (Giménez-Llort & Castillo-Mariqueo, 2020).

Si conclude il capitolo affermando che, in base alla letteratura rilevata, un intervento di attività fisica è sicuramente benefico sotto diversi aspetti per persone con malattia di Parkinson e si aggiunge che la danza può essere una valida alternativa ai metodi di allenamento convenzionali, con caratteristiche specifiche ottimali e una forte componente sociale ed affettiva, che la rende un programma discretamente completo.

CAPITOLO 4: LE REALTÀ NEL TERRITORIO

Si conclude questo elaborato procedendo in una direzione più informativa che scientifica, riprendendo un concetto precedentemente accennato sull'importanza di diffondere pratiche utili alla promozione di un invecchiamento sano. Alla luce di quanto affrontato fino ad ora rispetto alle potenzialità della danza come disciplina fisica, cognitiva, emotiva e sociale, in queste ultime pagine verranno riportati alcuni esempi di realtà che condividono questo approccio e utilizzano la danza come esercizio aggiuntivo per la riabilitazione di soggetti con Parkinson.

Con sede in America, una delle organizzazioni più attive e seguite a livello mondiale è il Mark Morrison Dance Group, che lavora per la comunità favorendo accessibilità, inclusività e diversità. Prende ispirazione dalle numerose evidenze scientifiche che legano la riabilitazione del Parkinson alla pratica della danza, offrendo diversi approcci a questa disciplina, integrati con classi di musica. L'obiettivo di questi incontri è migliorare la coordinazione, l'equilibrio e la flessibilità, tramite l'utilizzo di un ambiente sociale. "Dance for PD®"⁵ nasce proprio da questa realtà, in collaborazione con il Brooklyn Parkinson Group e viene promossa in tutti e cinque i distretti di New York City, allargandosi poi a 300 comunità, 42 stati e 25 paesi (*Dance for PD*, 2023).

In Italia, una realtà che si vuole menzionare porta il nome "Dance Well"⁶ ed è un progetto che sostiene non solo la formazione di individui e danzatori che vogliono intraprendere percorsi che fondono la danza con la riabilitazione della malattia di Parkinson e altri disordini del movimento, ma anche la promozione di classi di danza settimanali per questi pazienti, offrendo un grande supporto alla comunità e a chi ne è affetto (User, n.d.-d). Si tratta di

⁵ *Dance for PD*. (2023, January 27). Mark Morris Dance Group.
<https://markmorrisdancegroup.org/community/pd/dance-for-pd/>

⁶ User, S. (n.d.-d). *Il progetto - Dance Well – Movement Research for Parkinson*.
<https://www.dancewell.eu/it/il-progetto>

un'iniziativa con sede nel comune di Bassano, sostenuta da vari enti italiani ed internazionali, tra questi troviamo K3 -Tanzplan Hamburg, Le Gymnase CDCN RUBaix, La Briqueterie CDCN Vitry sur Seine, Tanec Praha, Lithuanian Dance Information Centre, Fondazione Fitzcarraldo e Fondazione Università Ca' Foscari di Venezia, inoltre il progetto è sostenuto dal Programma Europa Creativa dell'Unione Europea (ibidem). Come si è potuto notare Dance Well coinvolge e quindi crea rete tra diverse località italiane ma anche estere, legando realtà particolarmente attive nella promozione della cultura, dell'arte e della danza nel panorama internazionale, come Triennale Milano e Lavanderia a Vapore, ma anche teatri come il Teatro Civico di Schio e il Teatro Grande a Brescia, spingendosi fuori dall'Europa e ispirando iniziative come il Jockey Club Dance Well Project ad Hong Kong (User, n.d.-c). Il programma che promuove classi di danza appositamente create per persone con malattia di Parkinson rientra nel Dance for PD ed è di fama mondiale, svolta in Italia, sia nella sua versione in presenza che online, ma anche, come si è esposto precedentemente, a New York City e in 28 altri paesi. L'obiettivo è coinvolgere persone che devono convivere con questa patologia, i loro caregiver, danzatori, ma anche operatori sanitari per diffondere abitudini positive e arricchenti, generando unione, creatività ed esperienze piacevoli a ritmo di musica, rivalutando luoghi del territorio come musei e contesti artistici (User, n.d.-a).

Oltre a persone con Parkinson questa pratica apre le sue porte anche a differenti popolazioni tra cui studenti, richiedenti asilo, cittadini e anziani over 60, ampliando il progetto originale in tre diverse direzioni: nasce, quindi, "DANCE WELL – Explore"⁷ per un pubblico ipo o non vedente, "DANCE WELL – CREA"⁷ per supportare soggetti che stanno vivendo un percorso oncologico e infine "Dance Well x AMAd"⁷ per persone con lieve decadimento cognitivo, in collaborazione con l'associazione AMAd, il cui contributo è a sostegno del

⁷ User, S. (n.d.-b). *Dance Well – movement research for Parkinson*. OperaEstate Festival Veneto. <https://www.operaestate.it/it/dance-well-2>

mantenimento della dignità della persona con patologia degenerativa (User, n.d.-b). “Moving Communities”⁸, all’interno della realtà Dance Well, promuove classi settimanali di danza contemporanea, assieme alla possibilità di fare ricerca, in collaborazione con la Yasmeen Godder Company in Israele (User, n.d.-a).

La particolarità di questo programma è sicuramente l’abbandono di luoghi comunemente adibiti alla riabilitazione e le stesse sale di danza, per popolare invece spazi culturali e rendere la disciplina stessa un atto artistico, generare curiosità e nuove stimolazioni. A proposito di nuovi stimoli, il programma risulta essere molto vario anche dal punto di vista della programmazione, che propone classi con conduttori, stili e approcci spesso diversi, arricchite con workshops con frequenza mensile, sfruttando anche il contributo dei differenti artisti in residenza. Questi ultimi, ogni anno si mettono a disposizione dei Dance Well Dancers per una creazione appositamente pensata per loro ed inserita nella programmazione del Festival Operaestate e successivamente esposta al pubblico. Si specifica che le pratiche svolte si basano su strategie scientifiche e riabilitative, comprendendo attività fisica aerobica, cueing, esercizi di immaginazione motoria e training sensori-motorio e propriocettivo, tutte componenti precedentemente rivelate come ottimi ausili per il trattamento di questa patologia. Si tratta di un progetto che si è diffuso a livello globale con centri che promuovono queste pratiche non solo negli Stati Uniti e in Europa, ma anche in Africa e Asia per esempio (User, n.d.-b).

Come già sottolineato all’inizio di questo elaborato, diffondere realtà positive è fondamentale per sensibilizzare la popolazione ed aumentare i tassi di partecipazione, degli anziani con invecchiamento sano e non, ad attività che promuovano supporto al loro stato psico-fisico. Si vuole, dunque, concludere questo elaborato affermando che la danza è ormai ampiamente

⁸ User, S. (n.d.-a). *Dance for Parkinson's - Dance Well – Movement Research for Parkinson*. <https://www.dancewell.eu/it/dance-for-parkinsons>

supportata e riconosciuta come valido aiuto nel ridurre l'impatto dei processi di aging in soggetti sani e nel rallentare il progresso della malattia di Parkinson, nonché strumento d'intervento particolarmente efficace in patologie di tipo neurodegenerativo, grazie alla complessa natura che lo rende unico e ricco. Si mantiene quindi la speranza che, riscuotendo sempre più successo, aumentino sia il numero di studi con campioni più numerosi, che la possibilità di condurli con alto rigore dal punto di vista metodologico, per poter accrescere la base scientifica dedicata a questa disciplina e riconoscerne l'alto potere terapeutico.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI:

- Ahn, K. S., Lee, S., & Mook-Jung, I. (2022). White matter-associated microglia: New players in brain aging and neurodegenerative diseases. *Ageing Research Reviews*, *75*, 101574. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2022.101574>
- Alarcon, T. A., Presti-Silva, S. M., Simões, A. P. T., Ribeiro, F. M., & Pires, R. G. W. (2023). Molecular mechanisms underlying the neuroprotection of environmental enrichment in Parkinson's disease. *Neural Regeneration Research*, *18*(7), 1450. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.360264>
- An, H. Y., Chen, W., Wang, C. W., Yang, H. F., Huang, W. T., & Fan, S. (2020). The Relationships between Physical Activity and Life Satisfaction and Happiness among Young, Middle-Aged, and Older Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(13), 4817. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134817>
- Angulo, J., Assar, M. E., Álvarez-Bustos, A., & Rodríguez-Mañas, L. (2020). Physical activity and exercise: Strategies to manage frailty. *Redox Biology*, *35*, 101513. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101513>
- Anstey, K. J., & Low, L. F. (2004). Normal cognitive changes in aging. *PubMed*, *33*(10), 783–787. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15532151>
- Awick, E. A., Ehlers, D. K., Aguiñaga, S., Daugherty, A. M., Kramer, A. F., & McAuley, E. (2017). Effects of a randomized exercise trial on physical activity, psychological distress and quality of life in older adults. *General Hospital Psychiatry*, *49*, 44–50. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2017.06.005>
- Baliatti, M., & Conti, F. (2022). Environmental enrichment and the aging brain: is it time for standardization? *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *139*, 104728. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104728>
- Barnish, M., & Barran, S. M. (2020). A systematic review of active group-based dance, singing, music therapy and theatrical interventions for quality of life, functional communication, speech, motor function and cognitive status in people with Parkinson's disease. *BMC Neurology*, *20*(1). <https://doi.org/10.1186/s12883-020-01938-3>
- Bearss, K. A., & DeSouza, J. F. X. (2021). Parkinson's Disease Motor Symptom Progression Slowed with Multisensory Dance Learning over 3-Years: A Preliminary Longitudinal Investigation. *Brain Sciences*, *11*(7), 895. <https://doi.org/10.3390/brainsci11070895>

- Bek, J., Arakaki, A. I., Lawrence, A. B., Sullivan, M., Ganapathy, G., & Poliakoff, E. (2020). Dance and Parkinson's: A review and exploration of the role of cognitive representations of action. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *109*, 16–28. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.12.023>
- Bek, J., Leventhal, D., Groves, M., Growcott, C., & Poliakoff, E. (2022). Moving online: Experiences and potential benefits of digital dance for older adults and people with Parkinson's disease. *PLOS ONE*, *17*(11), e0277645. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277645>
- Berlinger, M., Danelli, L., Bottini, G., Sberna, M., & Paulesu, E. (2012). Reassessing the HAROLD model: Is the hemispheric asymmetry reduction in older adults a special case of compensatory-related utilisation of neural circuits? *Experimental Brain Research*, *224*(3), 393–410. <https://doi.org/10.1007/s00221-012-3319-x>
- Bläsing, B., Calvo-Merino, B., Cross, E. S., Jola, C., Honisch, J. J., & Stevens, C. J. (2012). Neurocognitive control in dance perception and performance. *Acta Psychologica*, *139*(2), 300–308. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2011.12.005>
- Blinkouskaya, Y., Çaçoilo, A., Gollamudi, T., Jalalian, S., & Weickenmeier, J. (2021). Brain aging mechanisms with mechanical manifestations. *Mechanisms of Ageing and Development*, *200*, 111575. <https://doi.org/10.1016/j.mad.2021.111575>
- Braak, H., Del Tredici, K., Rüb, U., De Vos, R. a. I., Steur, E. N. J., & Braak, E. (2003). Staging of brain pathology related to sporadic Parkinson's disease. *Neurobiology of Aging*, *24*(2), 197–211. [https://doi.org/10.1016/s0197-4580\(02\)00065-9](https://doi.org/10.1016/s0197-4580(02)00065-9)
- Buhmann, C., Kassubek, J., & Jost, W. H. (2020). Management of pain in Parkinson's disease. *Journal of Parkinson's Disease*, *10*(s1), S37–S48. <https://doi.org/10.3233/jpd-202069>
- Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry reduction in older adults: The HAROLD model. *Psychology and Aging*, *17*(1), 85–100. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.17.1.85>
- Carapellotti, A., Stevenson, R., & Doumas, M. (2020). The efficacy of dance for improving motor impairments, non-motor symptoms, and quality of life in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, *15*(8), e0236820. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236820>
- Chiang, M., Reid-Varley, W. B., & Fan, X. (2019). Creative art therapy for mental illness. *Psychiatry Research-neuroimaging*, *275*, 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.03.025>

- Chodzko-Zajko, W., Proctor, D. N., Singh, M. a. F., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *41*(7), 1510–1530.
<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181a0c95c>
- Chuang, L. Y., Hung, H. Y., Huang, C. J., Chang, Y. K., & Hung, T. M. (2015). A 3-month intervention of Dance Dance Revolution improves interference control in elderly females: a preliminary investigation. *Experimental Brain Research*, *233*(4), 1181–1188. <https://doi.org/10.1007/s00221-015-4196-x>
- Cohen, R. A., Marsiske, M., & Smith, G. E. (2019). Neuropsychology of aging. In *Handbook of Clinical Neurology* (pp. 149–180). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-804766-8.00010-8>
- Colmenares, A. M., Voss, M. W., Fanning, J., Salerno, E. A., Gothe, N. P., Michael, T., McAuley, E., Kramer, A. F., & Burzyńska, A. (2021). White matter plasticity in healthy older adults: The effects of aerobic exercise. *NeuroImage*, *239*, 118305. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118305>
- Cordes, T., Bischoff, L. L., Schoene, D., Schott, N., Voelcker-Rehage, C., Meixner, C., Appelles, L., Bębenek, M., Berwinkel, A., Hildebrand, C., Jöllenbeck, T., Johnen, B., Kemmler, W., Klotzbier, T. J., Korbus, H., Rudisch, J., Vogt, L., Weigelt, M., Wittelsberger, R., . . . Wollesen, B. (2019). A multicomponent exercise intervention to improve physical functioning, cognition and psychosocial well-being in elderly nursing home residents: a study protocol of a randomized controlled trial in the PROCARE (prevention and occupational health in long-term care) project. *BMC Geriatrics*, *19*(1). <https://doi.org/10.1186/s12877-019-1386-6>
- Cox, L., & Youmans-Jones, J. (2023). Dance is a healing art. *Current Treatment Options in Allergy*, *10*(2), 184–195. <https://doi.org/10.1007/s40521-023-00332-x>
- Cudjoe, T., Roth, D. L., Szanton, S. L., Wolff, J. L., Boyd, C. M., & Thorpe, R. J. (2018). The Epidemiology of Social Isolation: National Health and Aging Trends study. *The Journals of Gerontology: Series B*, *75*(1), 107–113.
<https://doi.org/10.1093/geronb/gby037>
- Dance for PD*. (2023, January 27). Mark Morris Dance Group.
<https://markmorrisdancegroup.org/community/pd/dance-for-pd/>
- Daskalopoulou, C., Stubbs, B., Kralj, C., Koukounari, A., Prince, M., & Prina, M. (2017). Physical activity and healthy ageing: A systematic review and meta-analysis of

- longitudinal cohort studies. *Ageing Research Reviews*, 38, 6–17.
<https://doi.org/10.1016/j.arr.2017.06.003>
- Davis, S. W., Dennis, N. A., Daselaar, S. M., Fleck, M. S., & Cabeza, R. (2007). Que PASA? The Posterior-Anterior shift in aging. *Cerebral Cortex*, 18(5), 1201–1209.
<https://doi.org/10.1093/cercor/bhm155>
- De Labra, C., Guimaraes-Pinheiro, C., Maseda, A., Lorenzo, T., & Millán-Calenti, J. C. (2015). Effects of physical exercise interventions in frail older adults: a systematic review of randomized controlled trials. *BMC Geriatrics*, 15(1).
<https://doi.org/10.1186/s12877-015-0155-4>
- De Natale, E. R., Paulus, K. S., Aiello, E., Sanna, B., Manca, A., Sotgiu, G., Leali, P. T., & Deriu, F. (2017a). Dance therapy improves motor and cognitive functions in patients with Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation*, 40(1), 141–144.
<https://doi.org/10.3233/nre-161399>
- De Natale, E. R., Paulus, K. S., Aiello, E., Sanna, B., Manca, A., Sotgiu, G., Leali, P. T., & Deriu, F. (2017b). Dance therapy improves motor and cognitive functions in patients with Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation*, 40(1), 141–144.
<https://doi.org/10.3233/nre-161399>
- De Sousa Fernandes, M. S., Ordônio, T. F., Santos, G. C. J., Santos, L. E. R., Calazans, C. T., Gomes, D. A., & Santos, T. M. (2020). Effects of physical exercise on neuroplasticity and brain function: a systematic review in human and animal studies. *Neural Plasticity*, 2020, 1–21. <https://doi.org/10.1155/2020/8856621>
- De Souto Barreto, P., Rolland, Y., Vellas, B., & Maltais, M. (2019). Association of long-term exercise training with risk of falls, fractures, hospitalizations, and mortality in older adults. *JAMA Internal Medicine*, 179(3), 394.
<https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2018.5406>
- Delabary, M. D. S., Komerowski, I. G., Monteiro, E. P., Costa, R. D. D., & Haas, A. N. (2017). Effects of dance practice on functional mobility, motor symptoms and quality of life in people with Parkinson's disease: a systematic review with meta-analysis. *Ageing Clinical and Experimental Research*, 30(7), 727–735. <https://doi.org/10.1007/s40520-017-0836-2>
- Di Liegro, C. M., Schiera, G., Proia, P., & Di Liegro, I. (2019). Physical activity and brain health. *Genes*, 10(9), 720. <https://doi.org/10.3390/genes10090720>

- Domingos, C., Pêgo, J. M., & Santos, N. C. (2021). Effects of physical activity on brain function and structure in older adults: A systematic review. *Behavioural Brain Research, 402*, 113061. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2020.113061>
- Douka, S., Zilidou, V. I., Lilou, O., & Manou, V. (2019). Traditional dance improves the Physical fitness and Well-Being of the elderly. *Frontiers in Aging Neuroscience, 11*. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00075>
- Erickson, K. I., Donofry, S. D., Sewell, K. R., Brown, B. M., & Stillman, C. M. (2022). Cognitive aging and the promise of physical activity. *Annual Review of Clinical Psychology, 18*(1), 417–442. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-072720-014213>
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A. N., Chaddock, L., Kim, J., Heo, S., Alves, H., White, S. M., Wójcicki, T. R., Mailey, E. L., Vieira, V. J., Martin, S. A., Pence, B. D., Woods, J. A., McAuley, E., & Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108*(7), 3017–3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>
- Ernst, M., Folkerts, A., Gollan, R., Lieker, E., Caro-Valenzuela, J., Adams, A., Cryns, N., Monsef, I., Dresen, A., Roheger, M., Eggers, C., Skoetz, N., & Kalbe, E. (2023). Physical exercise for people with Parkinson's disease: a systematic review and network meta-analysis. *The Cochrane Library, 2023*(5). <https://doi.org/10.1002/14651858.cd013856.pub2>
- Fan, B., Jabeen, R., Bo, B., Guo, C., Meng-Jie, H., Zhang, H., Cen, J., Ji, X., & Wei, J. (2020). What and how can physical activity prevention function on Parkinson's disease? *Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2020*, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2020/4293071>
- Fatkulina, N., Hendrixson, V., Rauckiene-Michealsson, A., Kievišienė, J., Razbadauskas, A., & Sobrinho, C. A. (2021). Dance/Movement Therapy as an Intervention in breast cancer patients: A Systematic review. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine, 2021*, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2021/4989282>
- Feenstra, W., Nonnekes, J., Rahimi, T., Reinders-Messelink, H. A., Dijkstra, P. U., & Bloem, B. (2022). Dance classes improve self-esteem and quality of life in persons with Parkinson's disease. *Journal of Neurology, 269*(11), 5843–5847. <https://doi.org/10.1007/s00415-022-11206-8>
- Figuracion, K. C. F., & Lewis, F. M. (2021). Environmental enrichment: A concept analysis. *Nursing Forum, 56*(3), 703–709. <https://doi.org/10.1111/nuf.12565>

- Franco, M. R., Sherrington, C., Tiedemann, A., Pereira, L. H., Perracini, M. R., Faria, C. S. G., Negrão-Filho, R. F., Pinto, R. Z., & Pastre, C. M. (2020). Effect of Senior Dance (DANSE) on fall risk factors in older adults: a randomized controlled trial. *Physical Therapy, 100*(4), 600–608. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz187>
- Franco, M. R., Tong, A., Howard, K., Sherrington, C., Ferreira, P. H., Pinto, R. Z., & Ferreira, M. L. (2015). Older people's perspectives on participation in physical activity: a systematic review and thematic synthesis of qualitative literature. *British Journal of Sports Medicine, 49*(19), 1268–1276. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094015>
- Friedman, S. M. (2020). Lifestyle (Medicine) and Healthy aging. *Clinics in Geriatric Medicine, 36*(4), 645–653. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2020.06.007>
- Giménez-Llort, L., & Castillo-Mariqueo, L. (2020). PasoDoble, a proposed Dance/Music for people with Parkinson's disease and their caregivers. *Frontiers in Neurology*. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.567891>
- Guzman, J., Aguiñaga, S., Balbim, G. M., Lamar, M., Marques, I. G., & Marquez, D. X. (2021). The effects of the BAILAMOS Dance Program on hippocampal volume in older Latinos: a randomized controlled pilot study. *Translational Behavioral Medicine, 11*(10), 1857–1862. <https://doi.org/10.1093/tbm/ibab009>
- Hackney, M. E., & Bennett, C. G. (2014). Dance therapy for individuals with Parkinson's disease: improving quality of life. *Journal of Parkinsonism & Restless Legs Syndrome, 17*. <https://doi.org/10.2147/jprls.s40042>
- Hackney, M. E., & Earhart, G. M. (2009). Effects of dance on movement control in Parkinson's disease: A comparison of Argentine tango and American ballroom. *Journal of Rehabilitation Medicine, 41*(6), 475–481. <https://doi.org/10.2340/16501977-0362>
- Haeger, A., Costa, A. S., Schulz, J. B., & Reetz, K. (2019). Cerebral changes improved by physical activity during cognitive decline: A systematic review on MRI studies. *NeuroImage: Clinical, 23*, 101933. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2019.101933>
- Hannan, A. J. (2014). Environmental enrichment and brain repair: harnessing the therapeutic effects of cognitive stimulation and physical activity to enhance experience-dependent plasticity. *Neuropathology and Applied Neurobiology, 40*(1), 13–25. <https://doi.org/10.1111/nan.12102>
- Harada, C. N., Love, M. C. N., & Triebel, K. L. (2013). Normal cognitive aging. *Clinics in Geriatric Medicine, 29*(4), 737–752. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2013.07.002>

- Harms, A. S., Ferreira, S., & Romero-Ramos, M. (2021). Periphery and brain, innate and adaptive immunity in Parkinson's disease. *Acta Neuropathologica*, *141*(4), 527–545. <https://doi.org/10.1007/s00401-021-02268-5>
- Hashimoto, H., Takabatake, S., Miyaguchi, H., Nakanishi, H., & Naitou, Y. (2015). Effects of dance on motor functions, cognitive functions, and mental symptoms of Parkinson's disease: A quasi-randomized pilot trial. *Complementary Therapies in Medicine*, *23*(2), 210–219. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2015.01.010>
- Henderson, M. X., Trojanowski, J. Q., & Lee, V. M. (2019). α -Synuclein pathology in Parkinson's disease and related α -synucleinopathies. *Neuroscience Letters*, *709*, 134316. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2019.134316>
- Hortobágyi, T., Vetrovsky, T., Balbim, G. M., Silva, N. C. B. S., Manca, A., Deriu, F., Kolmos, M., Kruuse, C., Liu-Ambrose, T., Radak, Z., Vácz, M., Johansson, H., Santos, P. C. R. D., Franzén, E., & Granacher, U. (2022). The impact of aerobic and resistance training intensity on markers of neuroplasticity in health and disease. *Ageing Research Reviews*, *80*, 101698. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2022.101698>
- Hwang, P. W., & Braun, K. L. (2015). The Effectiveness of dance Interventions to Improve Older Adults' Health: A Systematic Literature Review. *PubMed*, *21*(5), 64–70. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26393993>
- Ismail, S., Lee, S. W. H., Merom, D., Kamaruddin, P. S. N. M., Chong, M. S., Ong, T., & Lai, N. M. (2021). Evidence of disease severity, cognitive and physical outcomes of dance interventions for persons with Parkinson's Disease: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics*, *21*(1). <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02446-w>
- Jola, C., Sundström, M., & McLeod, J. (2022). Benefits of dance for Parkinson's: The music, the moves, and the company. *PLOS ONE*, *17*(11), e0265921. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265921>
- Joung, H. J., & Lee, Y. (2019). Effect of creative dance on fitness, functional balance, and mobility control in the elderly. *Gerontology*, *65*(5), 537–546. <https://doi.org/10.1159/000499402>
- Karpati, F. J., Giacosa, C., Foster, N. E., Penhune, V. B., & Hyde, K. L. (2015). Dance and the brain: a review. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1337*(1), 140–146. <https://doi.org/10.1111/nyas.12632>
- Kattenstroth, J., Kalisch, T., Holt, S., Tegenthoff, M., & Dinse, H. R. (2013). Six months of dance intervention enhances postural, sensorimotor, and cognitive performance in

- elderly without affecting cardio-respiratory functions. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 5. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2013.00005>
- Kattenstroth, J., Kolankowska, I., Kalisch, T., & Dinse, H. R. (2010). Superior sensory, motor, and cognitive performance in elderly individuals with multi-year dancing activities. *Frontiers in Aging Neuroscience*. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2010.00031>
- Kirk-Sanchez, N., & McGough, E. L. (2013). Physical exercise and cognitive performance in the elderly: current perspectives. *Clinical Interventions in Aging*, 51. <https://doi.org/10.2147/cia.s39506>
- Koch, S. C., Riege, R. F. F., Tisborn, K., Biondo, J., Martin, L., & Beelmann, A. (2019). Effects of Dance Movement Therapy and Dance on Health-Related Psychological Outcomes. A Meta-Analysis update. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01806>
- Krivanek, T., Gale, S. A., McFeeley, B., Nicastri, C. M., & Daffner, K. R. (2021). Promoting Successful Cognitive Aging: A Ten-Year Update. *Journal of Alzheimer's Disease*, 81(3), 871–920. <https://doi.org/10.3233/jad-201462>
- Lee, N. Y., Lee, D., & Song, H. (2015). Effect of virtual reality dance exercise on the balance, activities of daily living, and depressive disorder status of Parkinson's disease patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(1), 145–147. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.145>
- Lin, Y., Chen, Y. C., Tseng, Y. C., Tsai, S. T., & Tseng, Y. T. (2020). Physical activity and successful aging among middle-aged and older adults: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Aging*, 12(9), 7704–7716. <https://doi.org/10.18632/aging.103057>
- Lindsay-Smith, G., Banting, L. K., Eime, R., O'Sullivan, G., & Van Uffelen, J. (2017). The association between social support and physical activity in older adults: a systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0509-8>
- Liu, T., Chen, C., & Chang, K. H. (2022). Biomarker of neuroinflammation in Parkinson's disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(8), 4148. <https://doi.org/10.3390/ijms23084148>
- Macartney, E. L., Lagisz, M., & Nakagawa, S. (2022). The relative benefits of environmental enrichment on learning and memory are greater when stressed: A meta-analysis of interactions in rodents. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 135, 104554. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104554>

- Mak, K. Y., & Wong-Yu, I. S. (2019). Exercise for Parkinson's disease. In *International Review of Neurobiology* (pp. 1–44). <https://doi.org/10.1016/bs.irm.2019.06.001>
- Marzo, R. R., Khanal, P., Shrestha, S., Mohan, D., Myint, P. K., & Su, T. T. (2023). Determinants of active aging and quality of life among older adults: systematic review. *Frontiers in Public Health, 11*. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1193789>
- Mattle, M., Chocano-Bedoya, P., Fischbacher, M., Meyer, U., Abderhalden, L. A., Lang, W., Mansky, R., Kressig, R. W., Steurer, J., Orav, E. J., & Bischoff-Ferrari, H. A. (2020). Association of Dance-Based Mind-Motor activities with falls and physical function among healthy older adults. *JAMA Network Open, 3*(9), e2017688. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.17688>
- McNeely, M. E., Duncan, R. P., & Earhart, G. M. (2015). Impacts of dance on non-motor symptoms, participation, and quality of life in Parkinson disease and healthy older adults. *Maturitas, 82*(4), 336–341. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2015.08.002>
- McPhee, J. S., French, D. P., Jackson, D., Nazroo, J., Pendleton, N., & Degens, H. (2016). Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology, 17*(3), 567–580. <https://doi.org/10.1007/s10522-016-9641-0>
- Meng, X., Li, G., Zhang, G., Yin, H., Jia, Y., Wang, S., Shang, B., Wang, C., & Chen, L. (2020). Effects of dance intervention on frailty among older adults. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 88*, 104001. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2019.104001>
- Michels, K., Dubaz, O., Hornthal, E., & Bega, D. (2018). “Dance Therapy” as a psychotherapeutic movement intervention in Parkinson's disease. *Complementary Therapies in Medicine, 40*, 248–252. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.07.005>
- Modugno, N., Iaconelli, S., Fiorlli, M., Lena, F., Kusch, I., & Mirabella, G. (2010). Active Theater as a Complementary therapy for Parkinson's disease rehabilitation: a pilot study. *The Scientific World Journal, 10*, 2301–2313. <https://doi.org/10.1100/tsw.2010.221>
- Molanorouzi, K., Khoo, S., & Morris, T. (2015). Motives for adult participation in physical activity: type of activity, age, and gender. *BMC Public Health, 15*(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-015-1429-7>
- Mora, F. (2013). Successful brain aging: plasticity, environmental enrichment, and lifestyle. *Dialogues in Clinical Neuroscience, 15*(1), 45–52. <https://doi.org/10.31887/dcns.2013.15.1/fmora>

- Muiños, M., & Ballesteros, S. (2021). Does dance counteract age-related cognitive and brain declines in middle-aged and older adults? A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *121*, 259–276.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.11.028>
- Müller, P., Rehfeld, K., Schmicker, M., Hökelmann, A., Dordevic, M., Lessmann, V., Brigadski, T., Kaufmann, J., & Müller, N. G. (2017). Evolution of neuroplasticity in response to physical activity in Old Age: The case for dancing. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *9*. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00056>
- Noguera, C., Carmona, D., Rueda, A., Fernandez, R., & Cimadevilla, J. M. (2020). Shall we dance? Dancing modulates executive functions and spatial memory. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(6), 1960.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17061960>
- Ohline, S. M., & Abraham, W. C. (2019). Environmental enrichment effects on synaptic and cellular physiology of hippocampal neurons. *Neuropharmacology*, *145*, 3–12.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2018.04.007>
- Oschwald, J., Guye, S., Liem, F., Rast, P., Willis, S. L., Röcke, C., Jäncke, L., Martin, M., & Mérillat, S. (2019). Brain structure and cognitive ability in healthy aging: a review on longitudinal correlated change. *Reviews in the Neurosciences*, *31*(1), 1–57.
<https://doi.org/10.1515/revneuro-2018-0096>
- Pagano, G., Niccolini, F., & Politis, M. (2016). Imaging in Parkinson's disease. *Clinical Medicine*, *16*(4), 371–375. <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.16-4-371>
- Panagiotou, M., Michel, S., Meijer, J. H., & Deboer, T. (2021). The aging brain: sleep, the circadian clock and exercise. *Biochemical Pharmacology*, *191*, 114563.
<https://doi.org/10.1016/j.bcp.2021.114563>
- Pereira, A. P. S., Marinho, V., Gupta, D. S., Magalhães, F., Ayres, C., & Teixeira, S. (2018). Music Therapy and dance as GAIT Rehabilitation in Patients with Parkinson Disease: A Review of evidence. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, *32*(1), 49–56.
<https://doi.org/10.1177/0891988718819858>
- Phillips, C. (2017). Lifestyle Modulators of Neuroplasticity: How Physical Activity, Mental Engagement, and Diet Promote Cognitive Health during Aging. *Neural Plasticity*, *2017*, 1–22. <https://doi.org/10.1155/2017/3589271>
- Ramírez-Rodríguez, G., Gutiérrez-Vera, B., Ortiz-López, L., Vega-Rivera, N. M., Juan, D. M., Granados-Juárez, A., Aquino, D. V. C., Castro-García, M., & Ramos, M. F. (2022). Environmental enrichment: dissociated effects between physical activity and

- changing environmental complexity on anxiety and neurogenesis in adult male Balb/C mice. *Physiology & Behavior*, 254, 113878.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2022.113878>
- Rehfeld, K., Lüders, A., Hökelmann, A., Lessmann, V., Kaufmann, J., Brigadski, T., Müller, P., & Müller, N. G. (2018). Dance training is superior to repetitive physical exercise in inducing brain plasticity in the elderly. *PLOS ONE*, 13(7), e0196636.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196636>
- Rehfeld, K., Müller, P., Aye, N., Schmicker, M., Dordevic, M., Kaufmann, J., Hökelmann, A., & Müller, N. G. (2017). Dancing or fitness sport? The effects of two training programs on hippocampal plasticity and balance abilities in healthy seniors. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00305>
- Reich, A. J., K, C., Verdeja, M. A., Dungan, M. T., Anderson, S., Clayton, C. K., Goates, M. C., & Thacker, E. L. (2020). What Does “Successful Aging” Mean to you? — Systematic Review and Cross-Cultural Comparison of Lay Perspectives of Older Adults in 13 Countries, 2010–2020. *Journal of Cross-Cultural Gerontology*, 35(4), 455–478. <https://doi.org/10.1007/s10823-020-09416-6>
- Ren, J., Wu, Y., Chan, J., & Jin, Y. (2012). Cognitive aging affects motor performance and learning. *Geriatrics & Gerontology International*, 13(1), 19–27.
<https://doi.org/10.1111/j.1447-0594.2012.00914.x>
- Roheger, M., Kalbe, E., & Liepelt-Scarfone, I. (2018). Progression of cognitive decline in Parkinson’s disease. *Journal of Parkinson’s Disease*, 8(2), 183–193.
<https://doi.org/10.3233/jpd-181306>
- Romenets, S. R., Anang, J., Fereshtehnejad, S., Pelletier, A., & Postuma, R. B. (2015). Tango for treatment of motor and non-motor manifestations in Parkinson’s disease: A randomized control study. *Complementary Therapies in Medicine*, 23(2), 175–184.
<https://doi.org/10.1016/j.ctim.2015.01.015>
- Ruiz-Muelle, A., & López-Rodríguez, M. M. (2019). Dance for People with Alzheimer’s Disease: A Systematic Review. *Current Alzheimer Research*, 16(10), 919–933.
<https://doi.org/10.2174/1567205016666190725151614>
- Sacco, K., Cauda, F., Cerliani, L., Mate, D., Duca, S., & Geminiani, G. (2006). Motor imagery of walking following training in locomotor attention. The effect of ‘the tango lesson.’ *NeuroImage*, 32(3), 1441–1449.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.05.018>

- Sakalem, M. E., Seidenbecher, T., Zhang, M., Saffari, R., Kravchenko, M., Wördemann, S., Diederich, K., Schwamborn, J. C., Zhang, W., & Ambrée, O. (2016). Environmental enrichment and physical exercise revert behavioral and electrophysiological impairments caused by reduced adult neurogenesis. *Hippocampus*, *27*(1), 36–51. <https://doi.org/10.1002/hipo.22669>
- Schwab, A., Thurston, M. J., Machhi, J., Olson, K. E., Namminga, K. L., Gendelman, H. E., & Mosley, R. L. (2020). Immunotherapy for Parkinson's disease. *Neurobiology of Disease*, *137*, 104760. <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2020.104760>
- Sharp, K., & Hewitt, J. (2014). Dance as an intervention for people with Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *47*, 445–456. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.09.009>
- Smith, P. J., Blumenthal, J. A., Hoffman, B. M., Cooper, H., Strauman, T. J., Welsh-Bohmer, K. A., Browndyke, J. N., & Sherwood, A. (2010). Aerobic Exercise and Neurocognitive Performance: A Meta-Analytic Review of Randomized Controlled Trials. *Psychosomatic Medicine*, *72*(3), 239–252. <https://doi.org/10.1097/psy.0b013e3181d14633>
- Spiteri, K., Broom, D., Bekhet, A. H., De Caro, J. X., Laventure, B., & Grafton, K. (2019). Barriers and Motivators of Physical Activity Participation in Middle-Aged and Older Adults—A Systematic Review. *Journal of Aging and Physical Activity*, *27*(6), 929–944. <https://doi.org/10.1123/japa.2018-0343>
- Stillman, C. M., Jakicic, J. M., Rogers, R. J., Alfini, A. J., Smith, J. C., Watt, J. C., Kang, C., & Erickson, K. I. (2020). Changes in cerebral perfusion following a 12-month exercise and diet intervention. *Psychophysiology*, *58*(7). <https://doi.org/10.1111/psyp.13589>
- Studenski, S. A., Perera, S., Hile, E., Keller, V., Spadola-Bogard, J., & Garcia, J. (2010). Interactive video dance games for healthy older adults. *Journal of Nutrition Health & Aging*, *14*(10), 850–852. <https://doi.org/10.1007/s12603-010-0119-5>
- Takahashi, H., An, M., Sasai, T., Seki, M., Matsumura, T., Ogawa, Y., Matsushima, K., Tabata, A., & Kato, T. (2023). The effectiveness of dance movement therapy for individuals with Down syndrome: a pilot randomised controlled trial. *Journal of Intellectual Disability Research*, *67*(7), 640–654. <https://doi.org/10.1111/jir.13033>
- Taylor, J. A., Greenhaff, P. L., Bartlett, D. B., Jackson, T., Duggal, N. A., & Lord, J. (2023). Multisystem physiological perspective of human frailty and its modulation by

- physical activity. *Physiological Reviews*, *103*(2), 1137–1191.
<https://doi.org/10.1152/physrev.00037.2021>
- Teixeira-Machado, L., Arida, R. M., & De Jesus Mari, J. (2019). Dance for neuroplasticity: A descriptive systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *96*, 232–240.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.12.010>
- Thomsen, M., Liston, M., Christensen, M. G., Vestergaard, P., & Hirata, R. P. (2021). Dancing Against falls in Community-dwelling older adults (DANCE): a study protocol of a stratified, block-randomised trial. *Injury Prevention*, injuryprev-044224.
<https://doi.org/10.1136/injuryprev-2021-044224>
- Tolosa, E., Garrido, A., Scholz, S. W., & Poewe, W. (2021). Challenges in the diagnosis of Parkinson's disease. *Lancet Neurology*, *20*(5), 385–397.
[https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(21\)00030-2](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(21)00030-2)
- User, S. (n.d.-a). *Dance for Parkinson's - Dance Well – Movement Research for Parkinson*.
<https://www.dancewell.eu/it/dance-for-parkinsons>
- User, S. (n.d.-b). *Dance Well – movement research for Parkinson*. OperaEstate Festival Veneto. <https://www.operaestate.it/it/dance-well-2>
- User, S. (n.d.-c). *Dance Well nel mondo - Dance Well – Movement Research for Parkinson*.
<https://www.dancewell.eu/it/dance-well-nel-mondo>
- User, S. (n.d.-d). *Il progetto - Dance Well – Movement Research for Parkinson*.
<https://www.dancewell.eu/it/il-progetto>
- Vardhan, V., Goyal, C., Chaudhari, J., Jain, V., Kulkarni, C. A., & Jain, M. (2022). Effect of dance movement therapy on Cancer-Related Fatigue in breast Cancer patients undergoing radiation therapy: a pre-post intervention study. *Cureus*.
<https://doi.org/10.7759/cureus.21040>
- Vecchio, L. M., Meng, Y., Xhima, K., Lipsman, N., Hamani, C., & Aubert, I. (2018). The neuroprotective effects of exercise: Maintaining a healthy brain throughout aging. *Brain Plasticity*, *4*(1), 17–52. <https://doi.org/10.3233/bpl-180069>
- Vrinceanu, T., Esmail, A., Berryman, N., Predovan, D., Vu, T. T. M., Villalpando, J. M., Pruessner, J. C., & Bherer, L. (2019). Dance your stress away: comparing the effect of dance/movement training to aerobic exercise training on the cortisol awakening response in healthy older adults. *Stress*, *22*(6), 687–695.
<https://doi.org/10.1080/10253890.2019.1617690>

- Wahl, H. (2020). Aging Successfully: Possible in Principle? Possible for all? Desirable for all? *Integrative Psychological and Behavioral Science*, *54*(2), 251–268.
<https://doi.org/10.1007/s12124-020-09513-8>
- Wang, L., Sun, C., Wang, Y., Zhan, T., Yuan, J., Niu, C., Yang, J., Huang, S., & Cheng, L. J. (2022). Effects of dance therapy on non-motor symptoms in patients with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Aging Clinical and Experimental Research*, *34*(6), 1201–1208. <https://doi.org/10.1007/s40520-021-02030-7>
- Wang, Y., Sun, X., Li, F., Li, Q., & Jin, Y. (2022). Efficacy of non-pharmacological interventions for depression in individuals with Parkinson's disease: A systematic review and network meta-analysis. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *14*.
<https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.1050715>
- Wang, Y., Watanabe, K., & Asaka, T. (2019). Effect of dance on multi-muscle synergies in older adults: a cross-sectional study. *BMC Geriatrics*, *19*(1).
<https://doi.org/10.1186/s12877-019-1365-y>
- Weintraub, D., Aarsland, D., Biundo, R., Dobkin, R. D., Goldman, J. G., & Lewis, S. J. (2022). Management of psychiatric and cognitive complications in Parkinson's disease. *BMJ*, e068718. <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-068718>
- Weuve, J., Kang, J. H., Manson, J. E., Breteler, M. M., Ware, J. H., & Grodstein, F. (2004). Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. *JAMA*, *292*(12), 1454. <https://doi.org/10.1001/jama.292.12.1454>
- Wu, C., Qu, Y., Zheng, X., Cui, S., Chen, B., Lu, L., & Tang, C. (2018). Effects of Mind-Body Exercises on Cognitive Function in Older Adults: A Meta-Analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, *67*(4), 749–758. <https://doi.org/10.1111/jgs.15714>
- Wu, C., Xiong, H., Zheng, J., & Wang, X. (2022). Dance movement therapy for neurodegenerative diseases: A systematic review. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *14*. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.975711>
- Wu, P. J., Lee, M., & Huang, T. T. (2017). Effectiveness of physical activity on patients with depression and Parkinson's disease: A systematic review. *PLOS ONE*, *12*(7), e0181515. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181515>
- Ye, L., Zhao, B., & Ma, X. (2022). The influence of Guozhuang Dance on the Subjective Well-Being of Older Adults: The chain mediating effect of group Identity and Self-Efficacy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(21), 14545. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114545>

- Zapparoli, L., Mariano, M., & Paulesu, E. (2022). How the motor system copes with aging: a quantitative meta-analysis of the effect of aging on motor function control. *Communications Biology*, 5(1). <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03027-2>
- Zhang, Q., Aldridge, G. M., Narayanan, N. S., Anderson, S. W., & Uc, E. Y. (2020). Approach to cognitive impairment in Parkinson's Disease. *Neurotherapeutics*, 17(4), 1495–1510. <https://doi.org/10.1007/s13311-020-00963-x>
- Zhao, N., Yang, Y., Zhang, L., Zhang, Q., Balbuena, L., Ungvari, G. S., Zang, Y., & Xiang, Y. T. (2020). Quality of life in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis of comparative studies. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, 27(3), 270–279. <https://doi.org/10.1111/cns.13549>
- Zhu, B., Yin, D., Zhao, H., & Zhang, L. (2022). The immunology of Parkinson's disease. *Seminars in Immunopathology*, 44(5), 659–672. <https://doi.org/10.1007/s00281-022-00947-3>