

Exploring shared and unique benefits of passive and active prenatal intervention protocols on maternal well-being and neonatal outcomes: A combined quali- quantitative approach

Abstract

Nel presente studio sono stati esplorati gli effetti condivisi e distinti di due nuovi protocolli di intervento prenatale, implementati durante l'ultimo trimestre di gravidanza, sul benessere materno perinatale e outcome perinatali riguardanti il neonato. Un totale di 250 donne in gravidanza alla 28^a settimana di gestazione sono state assegnate in modo casuale a un Protocollo Passivo basato sul rilassamento o a un Protocollo Attivo che prevedeva il coinvolgimento attivo della madre in varie attività motorie durante l'ascolto musicale. I sintomi di ansia e depressione e l'attaccamento al feto/neonato sono stati valutati tramite questionari autosomministrati prima (t0) e dopo (t1) il protocollo, nonché a 1,5 mesi dal parto (t2). I dati qualitativi sulle esperienze emotive delle partecipanti durante le attività sono stati raccolti attraverso diari settimanali, insieme ai dati sull'aderenza al protocollo e sul grado di coinvolgimento nelle attività prescritte. Le analisi a livello di gruppo hanno mostrato che entrambi i protocolli erano associati a miglioramenti nei sintomi d'ansia e nell'attaccamento al feto/neonato, miglioramenti che si sono mantenuti anche nel periodo post-partum, mentre per i sintomi depressivi è emerso un quadro differente. Le analisi dei dati raccolti attraverso i diari hanno rivelato un quadro più sfumato: all'interno di ciascun gruppo, gli esiti relativi al benessere materno e/o le esperienze emotive durante il protocollo erano modulati dall'aderenza e dal coinvolgimento delle partecipanti nelle attività prescritte. Non sono state riscontrate differenze tra i due gruppi di intervento in termini di outcome perinatali, ma il numero di sessioni di rilassamento ha predetto positivamente l'età gestazionale dei neonati. Questi risultati offrono preziose indicazioni sui meccanismi alla base degli effetti degli interventi prenatali passivi rispetto a quelli attivi, e sottolineano l'importanza di adattare le strategie di intervento in base alle preferenze individuali e alla fase perinatale.

Introduzione

La gravidanza è un periodo di trasformazione caratterizzato da significativi cambiamenti fisici, psicologici e sociali, che rendono i futuri genitori particolarmente sensibili all'influenza di condizioni favorevoli o sfavorevoli che accompagnano la delicata transizione verso la genitorialità. Durante la gravidanza, il parto e il periodo postnatale, i futuri genitori, in particolare le donne, sperimentano una serie di cambiamenti fisiologici e psicologici (Hart e McMahon, 2006) che influenzano il senso di sé, la motivazione e il funzionamento generale. Dal punto di vista fisico, il corpo subisce modificazioni legate alla gravidanza per accogliere il feto in crescita e prepararsi al parto. A livello emotivo e sociale, gli individui possono sperimentare cambiamenti nei ruoli e nelle relazioni durante la transizione verso il ruolo genitoriale. Questi cambiamenti, seppur impegnativi, offrono anche opportunità di crescita personale, man mano che si affrontano nuovi ruoli, responsabilità e potenziali fonti di stress. In definitiva, è la combinazione delle esperienze nei diversi ambiti – fisico, fisiologico, psicologico e sociale – a plasmare il benessere dei futuri genitori durante il periodo perinatale, la loro transizione evolutiva verso la genitorialità e la loro disponibilità a mettere in atto comportamenti di cura fondamentali per la sopravvivenza del neonato (Feldman, 2015; Sacchi et al., 2021).

In questo contesto, la ricerca ha documentato una forte e reciproca connessione tra il benessere materno durante la gravidanza e gli esiti della gravidanza e del periodo post-partum, inclusa la qualità del legame e delle prime funzioni di accudimento. A livello globale, tra il 15% e il 25% delle donne in gravidanza sperimentano sintomi ansiosi o depressivi (Jha et al., 2018; Fawcett et al., 2019), con percentuali più elevate nei paesi a basso e medio reddito (Dadi et al., 2020). Le donne in gravidanza riportano tipicamente un tasso di sintomi depressivi doppio rispetto alle donne non in gravidanza (Centers for Disease Control and Prevention. Depression among women, 2019), e tali sintomi possono avere un impatto negativo sulla salute perinatale, in termini di maggiori complicazioni ostetriche (Huang et al., 2017) e di maggior ricorso al parto cesareo elettivo (Sun et al., 2019). Analogamente, il legame emotivo che la donna sviluppa con il proprio bambino non ancora nato durante la gravidanza (i.e. attaccamento prenatale), attraverso pensieri, emozioni e comportamenti che esprimono cura, impegno e interazione con il bambino (Salisbury et al., 2003), è negativamente associato a sintomi di ansia e depressione perinatale (e.g., McFarland et al., 2011; Özdemir et al., 2020) e a scarsa aderenza a pratiche di salute legate alla gravidanza (Lindgren, 2001).

Ricerche recenti hanno inoltre evidenziato che la salute e il benessere materno durante la gravidanza possono avere un impatto significativo sulla salute a lungo termine del nascituro, attraverso i meccanismi del cosiddetto "programming fetale". Il programming fetale descrive il processo attraverso cui la risposta del feto all'ambiente intrauterino determina cambiamenti strutturali e funzionali a livello cellulare, tessutale e dei sistemi d'organo, con conseguenze a lungo termine sulla salute e sulla suscettibilità alle malattie (Langley-Evans, 2006; Langley-Evans, 2015). Lo stato dell'arte nell'ambito delle Developmental Origins of Health and Disease (DOHaD) mostra che gli stressor ambientali legati a malnutrizione o ipernutrizione materna, agenti infettivi o abuso di sostanze, nonché a problemi di salute mentale e stress psicosociale, possono determinare alterazioni nei processi fisiologici e metabolici del feto in via di sviluppo, aumentando la vulnerabilità postnatale a vari problemi di salute fisica e mentale (Gluckman et al., 2016). Di conseguenza, oltre a influenzare la salute fisica delle donne in gravidanza e il benessere materno postnatale, l'ansia prenatale e il distress psicologico si sono rivelati fattori predittivi di un ritardo nello sviluppo motorio e mentale nei primi mesi di vita (e.g., Huijink et al., 2003). Inoltre, i neonati

di madri con depressione o ansia prenatale presentano un rischio maggiore di nascere pretermine o con un basso peso alla nascita (Accortt et al., 2015), che a loro volta rappresentano importanti fattori di rischio per la salute infantile futura (e.g., Pusdekar et al., 2020; Diabelková et al., 2022).

Alla luce di queste evidenze, promuovere il benessere psicologico materno durante la gravidanza emerge come una strategia promettente per la prevenzione della salute diadica madre-bambino. Infatti, ciò potrebbe ridurre i rischi per la salute mentale e supportare la transizione alla genitorialità durante la gravidanza e nel periodo postnatale, migliorando al contempo l'ambiente per lo sviluppo fetale. Ad esempio, gli interventi basati sulla mindfulness si sono dimostrati efficaci nel migliorare i sintomi depressivi nelle donne in gravidanza a basso rischio (Min et al., 2023), e l'attività fisica durante la gravidanza è stata associata a una riduzione del rischio e della gravità di depressione e ansia prenatale, oltre a ridurre i livelli di stress e migliorare la qualità della vita complessiva (Cai et al., 2022).

Ricerche recenti stanno fornendo crescenti evidenze sui potenziali benefici dei programmi di intervento prenatale – definiti come insiemi di attività specifiche svolte dalle donne in gravidanza con l'obiettivo di promuovere il benessere fetale – per la promozione della salute mentale materna e dello sviluppo infantile. Tali programmi variano ampiamente in termini di struttura e formato, e comprendono un'ampia gamma di attività, che spaziano dalle tecniche di rilassamento (e.g., Urech et al., 2010) e l'ascolto musicale passivo (e.g., Çatalgöl e Ceber Turfan, 2022), al canto di ninna nanne (e.g., Carolan et al., 2012; Wulff et al., 2021) e agli interventi basati sulla danza (Branson Dame et al., 2024). È stata dimostrata l'efficacia di questi protocolli nel promuovere il benessere materno durante la gravidanza. In particolare, tecniche di rilassamento come yoga, meditazione o rilassamento muscolare sono state associate alla riduzione dei sintomi di ansia e depressione (per una rassegna, vedi Abera et al., 2024). Analogamente, l'ascolto musicale, così come il canto, si sono dimostrati efficaci nel ridurre lo stress, l'ansia, la depressione e la pressione sanguigna materna (e.g., Corbijn Van Willenswaard et al., 2017; Wulff et al., 2021; Baltacı e Başer, 2022; per una rassegna, vedi Maul et al., 2024).

In modo cruciale, le evidenze suggeriscono che questo tipo di interventi esercitano anche un'influenza positiva sugli esiti perinatali. Studi hanno dimostrato che l'ascolto della musica durante la gravidanza produce effetti plastici a lungo termine sul cervello in via di sviluppo, migliorando la reattività neurale ai suoni (Partanen et al., 2013) e la periodicità degli stimoli verbali (Arenilla-Alcon et al., 2022). In modo analogo, altri studi hanno evidenziato che l'esposizione prenatale alla musica influisce sulle valutazioni neurocomportamentali neonatali (e.g., Arya et al., 2012; Rochanah et al., 2020). Gli effetti positivi degli interventi prenatali sono stati osservati anche nei movimenti fetali (Rochanah et al., 2020), nell'età gestazionale alla nascita (Rajeswari and SanjeevaReddy, 2020), nei punteggi di Apgar (e.g., Chuntharapat et al., 2008; Beevi et al., 2017; García González et al., 2017), nel peso alla nascita (e.g., Beevi et al., 2017; García González et al., 2017; Rajeswari and SanjeevaReddy, 2020) e nella lunghezza alla nascita (Ahmadi et al., 2019). Tuttavia, sebbene le evidenze a supporto dell'impatto positivo di questo tipo di interventi sul benessere materno siano solide, quelle relative alla loro efficacia sugli esiti perinatali risultano più variabili e meno definitive.

Un aspetto in particolare che è stato trascurato nella letteratura riguarda la possibile specificità degli effetti prodotti sul benessere materno e sugli esiti neonatali da programmi prenatali che prevedono pratiche di rilassamento passivo o un coinvolgimento attivo della madre. Mentre il rilassamento passivo promuove principalmente la riduzione dello stress e dell'attivazione fisiologica (e.g., Pelletier, 2004), il coinvolgimento attivo (e.g., attività fisica) tipicamente incrementa

l'attivazione psicofisiologica (e.g., Goldsmith et al., 2000; Kang et al., 2018). È quindi ragionevole ipotizzare che gli interventi prenatali che implicano protocolli passivi (i.e. basati sul rilassamento) rispetto a quelli attivi (i.e. basati sull'attività) possano agire in modo diverso, o su diverse dimensioni specifiche del benessere materno. Per quanto riguarda il benessere materno, solo pochi studi hanno fornito evidenze indirette in tal senso, mostrando risultati contrastanti. Una recente meta-analisi di 32 studi focalizzati sugli effetti degli interventi di rilassamento prenatale ha evidenziato che l'ascolto passivo della musica è più efficace rispetto al coinvolgimento attivo in esercizi di yoga o di respirazione durante l'ascolto musicale (Abera et al., 2024) nel ridurre i livelli di stress e ansia delle donne in gravidanza. Tuttavia, Wulff e colleghi (2021) hanno ottenuto risultati differenti confrontando gli effetti dell'ascolto passivo di musica classica e del canto attivo sia su correlati psicofisiologici dello stress e del legame affettivo, sia su misure autoriferite di ansia e sintomi depressivi. Sebbene nessuno dei due interventi abbia influenzato i livelli autoriferiti di ansia e depressione, entrambi sono stati associati ad un aumento dei livelli di ossitocina e ad una diminuzione dei livelli di cortisolo, con quest'ultimo effetto più marcato nel gruppo del canto. Inoltre, è stato rilevato che il protocollo basato sul canto ha prodotto un miglioramento maggiore nella percezione di vicinanza al feto rispetto al protocollo di rilassamento.

Per quanto riguarda gli esiti neonatali, le evidenze sono anch'esse contrastanti. La metanalisi di Abera e colleghi (Abera et al., 2024) mostra che, sebbene con un'eterogeneità significativa tra gli studi inclusi (i.e., $I^2 = 63\%$), gli interventi di rilassamento prenatale favoriscono il parto vaginale, riducono la durata del travaglio e influenzano positivamente l'età gestazionale e il peso alla nascita. Tuttavia, studi aggiuntivi che hanno indagato l'impatto della stimolazione musicale o del canto prenatale hanno riportato risultati nulli per questi stessi esiti (Arya et al., 2012; Persico et al., 2017).

Data la limitata e incoerente evidenza disponibile in letteratura riguardo l'impatto specifico e condiviso degli interventi prenatali passivi e attivi, il presente studio si propone di esplorare e confrontare gli effetti di due protocolli innovativi di intervento prenatale, differenti in termini di coinvolgimento materno attivo o passivo, sul benessere materno (i.e., esperienza emotiva, sintomi depressivi, livelli di ansia e legame affettivo), e sugli esiti perinatali. Per creare tale distinzione, abbiamo combinato una serie di attività quotidiane comunemente svolte dalle madri durante la gravidanza (e.g., Costa et al., 2003) che, considerate nel loro insieme, implicano un coinvolgimento materno più attivo o più passivo. L'intento era quello di massimizzare la validità ecologica degli interventi, con l'obiettivo finale di offrire alternative che potessero rispondere alle preferenze individuali verso attività di tipo attivo o riflessivo, massimizzando così l'efficacia degli interventi e promuovendone un'applicazione universale. Un protocollo enfatizzava il rilassamento (Protocollo Passivo), mentre l'altro prevedeva il coinvolgimento attivo della madre in varie attività motorie (i.e., *tapping*, dondolio) durante l'ascolto musicale (Protocollo Attivo). Due gruppi di donne in gravidanza sono stati reclutati e valutati inizialmente alla 28^a settimana di gestazione (t0), seguiti longitudinalmente dopo la conclusione del protocollo (t1) e fino a 1,5 mesi dopo il parto (t2) (si veda la Figura 1). Lo studio si poneva quattro obiettivi principali: (a) confrontare l'impatto del Protocollo Passivo rispetto a quello Attivo nel promuovere il benessere materno in termini di riduzione dei sintomi d'ansia e depressione e di miglioramento del legame madre-feto/neonato; (b) confrontare l'esperienza emotiva suscitata nei partecipanti dai due tipi di intervento; (c) confrontare l'impatto dei due protocolli di intervento prenatale sugli esiti perinatali; (d) esplorare se gli effetti dei protocolli sul benessere materno, sull'esperienza emotiva e/o sugli esiti perinatali fossero modulati dal numero di sessioni di intervento e/o dal livello di coinvolgimento materno nelle attività prescritte.

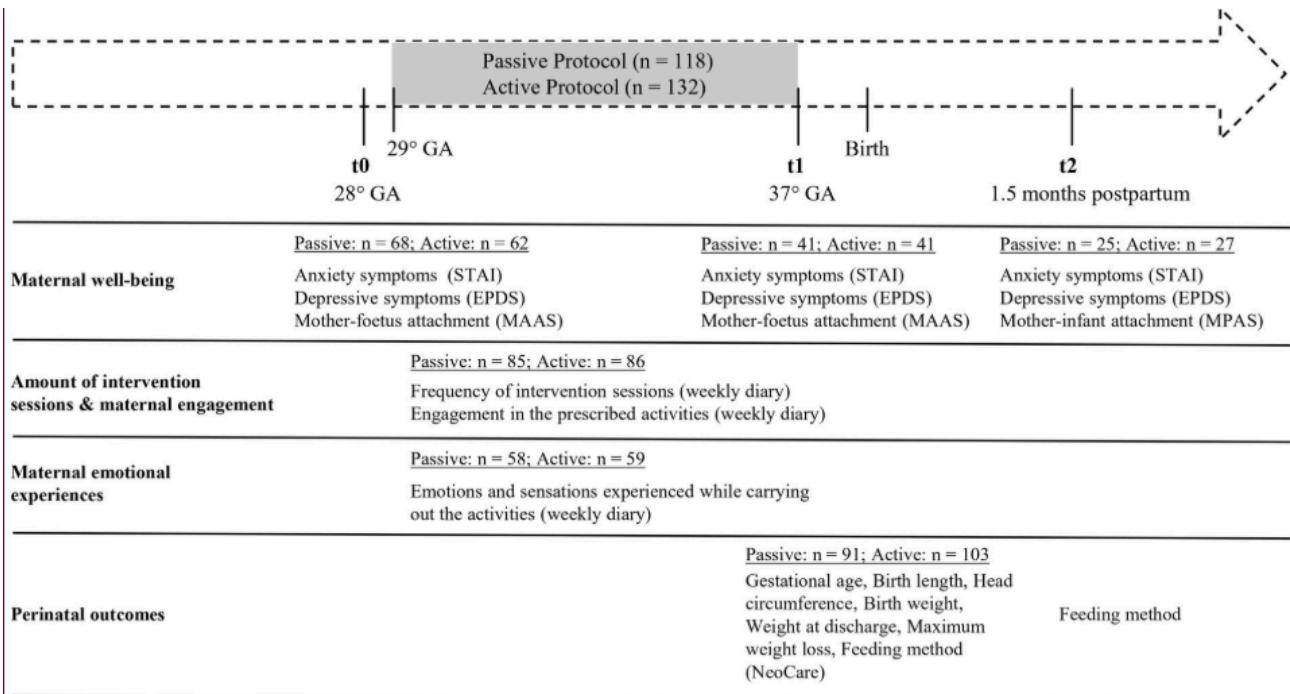


Figura 1. Cronologia dello studio e tipo di dati con le corrispondenti dimensioni campionarie in base al momento della raccolta. GA: Età gestazionale; STAI: Inventario dell'Ansia di Stato e di Tratto di Spielberger; EPDS: Scala di Depressione Postnatale di Edimburgo; MAAS: Scala di Attaccamento Materno Prenatale; MPAS: Scala di Attaccamento Materno Postnatale.

In generale, l'ipotesi principale era che, mentre le attività rilassanti potessero facilitare la riduzione dell'attivazione fisiologica, incoraggiare l'autoconsapevolezza e offrire un'opportunità per una riflessione più profonda, le attività ritmiche che coinvolgono il feto (come il *tapping*) potessero promuovere precursori dei comportamenti genitoriali attraverso la stimolazione dell'interazione. Nello specifico, sulla base delle evidenze esistenti, ipotizzavamo che entrambi i gruppi di intervento avrebbero sperimentato una diminuzione dei sintomi di ansia (di stato) e depressione nel tempo, con una riduzione maggiore attesa nel gruppo del Protocollo Passivo rispetto a quello Attivo. Inoltre, ci si aspettava un aumento dei livelli di legame affettivo e attaccamento in entrambi i gruppi, con un effetto più marcato nel gruppo del Protocollo Attivo. Si prevedeva che i due protocolli influenzassero in modo differente l'esperienza emotiva dei partecipanti durante l'ultimo trimestre di gravidanza, riflettendo la natura passiva o attiva delle attività prescritte. Infine, si ipotizzava che l'adesione al protocollo di intervento e/o il livello di coinvolgimento materno nelle attività prescritte modulassero significativamente gli effetti osservati. Per quanto riguarda gli esiti perinatali, data la scarsità di evidenze consistenti in letteratura, l'approccio adottato in questo studio era di tipo esplorativo, senza formulare ipotesi specifiche.

Metodo

Lo studio è stato concepito come uno studio longitudinale interventistico, nel quale le donne in gravidanza sono state seguite dalla 28^a settimana di gestazione fino a 1,5 mesi dopo il parto, al fine di indagare l'impatto di due programmi di intervento prenatale sul benessere materno perinatale (ovvero sintomi di ansia e depressione, bonding madre-feto/neonato) e sugli esiti perinatali (modalità del parto, età gestazionale, peso alla nascita, lunghezza e circonferenza cranica). Le donne con gravidanze non complicate sono state assegnate in modo casuale a uno dei due gruppi di intervento: il gruppo del Protocollo Passivo, al quale è stato richiesto di ascoltare passivamente suoni rilassanti della natura stando sedute o sdraiate, o il gruppo del Protocollo Attivo, al quale è stato richiesto di ascoltare attivamente musica pop durante lo svolgimento di una serie di attività finalizzate a fornire stimolazione multisensoriale al feto. Diverse misure relative al benessere materno sono state raccolte in tre momenti temporali: t0 (28^a settimana di gestazione, prima dell'intervento), t1 (28^a settimana di gestazione, prima dell'intervento), t2 (1,5 mesi dopo il parto, follow-up). Durante l'intervento (cioè tra t0 e t1; vedi Figura 1), è stato chiesto alle donne in gravidanza di compilare settimanalmente un diario, comprendente domande specifiche mirate a rilevare il numero di sessioni di intervento svolte durante la settimana, il grado di coinvolgimento con le attività prescritte, e le emozioni e i sentimenti provati. Le informazioni sugli esiti perinatali sono state raccolte al tempo t1 per tutti i neonati a termine. Lo studio ha ottenuto l'approvazione del Comitato Etico Milano Area 2, Fondazione IRCCS Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico (ID: 694; Approvazione N. 952_2021), e tutte le partecipanti hanno firmato il consenso informato prima dell'inizio dello studio.

Partecipanti

Le partecipanti sono state reclutate su base volontaria tra le frequentatrici dei corsi di accompagnamento alla nascita offerti presso l'Ospedale Maggiore Policlinico di Milano. Gli inviti a partecipare sono stati inviati via email dall'ospedale, e le donne interessate hanno compilato un questionario online su Qualtrics (Qualtrics, Provo, Utah, USA, <https://www.qualtrics.com>) per fornire i propri dati di contatto. Sono state considerate eleggibili le donne in gravidanza, con più di 18 anni di età e di lingua italiana. A seguito di un incontro informativo online condotto da una ricercatrice, le partecipanti arruolate sono state assegnate in modo casuale da un'altra ricercatrice (non coinvolta nell'incontro) a uno dei due gruppi: Protocollo Passivo o Protocollo Attivo. Dopo l'assegnazione al gruppo, le partecipanti hanno ricevuto via email il modulo di consenso informato; una volta ottenuto il consenso, sono stati forniti i materiali necessari per lo svolgimento delle attività previste dal protocollo assegnato. Il campione finale ha incluso 250 partecipanti (gruppo Protocollo Passivo, N = 118; gruppo Protocollo Attivo, N = 132) che hanno completato i protocolli di intervento a cui erano state assegnate, ma la dimensione del campione è variata nelle diverse sessioni di valutazione a causa di fattori come la disponibilità e l'accessibilità delle partecipanti nel tempo (vedi Figura 1). Ulteriori 52 donne hanno partecipato ad alcune o tutte le sessioni di valutazione, ma sono state escluse dal campione finale a causa di complicanze durante la gravidanza (N = 8) o il parto (N = 3), parto pretermine (N = 9), problemi di salute del neonato (N = 6), o decisione espressa di interrompere il protocollo d'intervento e ritirarsi dallo studio (N = 26). La dimensione del campione è stata inizialmente stimata sulla base di uno studio precedente con un protocollo simile, volto a indagare gli effetti degli interventi prenatali sulla salute mentale materna (Wulff et al., 2021). Tuttavia, poiché è stato osservato che gran parte della ricerca precedente sugli interventi prenatali era principalmente orientata a rilevare impatti sulla salute mentale materna e risultava sottodimensionata per l'analisi degli esiti neonatali (si veda la revisione in Abera et al.,

2024), è stata condotta un'analisi della potenza per garantire un'adeguata numerosità campionaria al fine di rilevare eventuali effetti sugli esiti neonatali. L'analisi è stata condotta utilizzando il software Gpower (versione 3.1.9.4) per determinare la dimensione del campione necessaria per rilevare una differenza tra due medie indipendenti (due gruppi) con una dimensione dell'effetto media ($d = 0.5$), una probabilità di errore alpha di 0.05 e una potenza statistica di 0.80. L'analisi ha indicato che sarebbe necessaria una dimensione campionaria totale di 102 partecipanti (51 per gruppo). Per tenere conto di un possibile abbandono da parte delle partecipanti, è stato reclutato un campione significativamente più ampio, pari a $N = 302$. Le caratteristiche del campione alla prima valutazione (t_0) sono riassunte nella Tabella 1. Tutte le caratteristiche erano comparabili tra i due gruppi (tutti i $p > .24$).

Tabella 1. Caratteristiche materne al t_0 , per gruppo di studio.

| Sample characteristic | Passive protocol group ($n = 118$) | | Active protocol group ($n = 132$) | |
|--------------------------|--------------------------------------|------|-------------------------------------|-------|
| Demographics | Mean | SD | Mean | SD |
| Mother's age (years) | 36 | 4.35 | 35.5 | 5.20 |
| Education* | 5.52 | 1.27 | 5.28 | 1.42 |
| Employment status** | 3.97 | 0.95 | 4.14 | 0.82 |
| SES*** | 9.25 | 2.09 | 9.36 | 2.06 |
| Marital status | n | % | n | % |
| In a stable relationship | 116 | 98.3 | 129 | 97.73 |
| Years of relationship | Mean | SD | Mean | SD |
| | 9.11 | 4.62 | 8.41 | 5.20 |
| Nutrition | n | % | n | % |
| Vegetarian | 2 | 1.69 | 6 | 4.55 |
| Vegan | 4 | 3.39 | 0 | 0 |
| Obstetric | n | % | n | % |
| Primiparous | 83 | 70.3 | 94 | 71.2 |
| MAP cases | 23 | 19.5 | 24 | 18.2 |
| GA at recruitment | Mean | SD | Mean | SD |
| | 23.5 | 4.46 | 23.7 | 5.45 |

GA, Gestational Age; MAP, Medically Assisted Procreation.

*Maternal education was scored on a 7-point scale: (1) primary school; (2) junior high school; (3) vocational degree; (4) high school; (5) bachelor's degree; (6) five-year master's degree; (7) doctoral degree. **Maternal employment was scored on a 5-point scale: (1) occupations with minimal skills, no qualifications, or advanced training; (2) occupations that require basic training or role-specific skills; (3) occupations requiring an intermediate technical qualification; (4) occupations requiring a moderate level of qualification and specialised training; (5) highly qualified occupations. ***SES (Socio-Economic-Status) was calculated as the sum of education and employment scores.

Figura 2. GA, Età Gestazionale; MAP, Procreazione Medicalmente Assistita.

*Il livello di istruzione materna è stato codificato su una scala a 7 punti: (1) scuola primaria; (2) scuola media inferiore; (3) qualifica professionale; (4) scuola superiore; (5) laurea triennale; (6) laurea magistrale a ciclo unico; (7) dottorato di ricerca.

L'occupazione materna è stata codificata su una scala a 5 punti: (1) occupazioni che richiedono competenze minime, nessuna qualifica o formazione avanzata; (2) occupazioni che richiedono una formazione di base o competenze specifiche per il ruolo; (3) occupazioni che richiedono una qualifica tecnica intermedia; (4) occupazioni che richiedono un livello moderato di qualifica e formazione specializzata; (5) occupazioni altamente qualificate. *L'Indice SES (Status Socio-Economico) è stato calcolato come somma dei punteggi relativi a istruzione e occupazione.

Protocollo dell'intervento

Le donne in gravidanza, assegnate in modo casuale al gruppo del Protocollo Passivo o al gruppo del Protocollo Attivo, sono state istruite a iniziare le attività d'intervento a partire dalla 29^a settimana di gestazione, con una frequenza raccomandata di almeno 4 volte a settimana, ciascuna della durata minima di 15 minuti. Sono state fornite istruzioni scritte e un diario in cui annotare le attività svolte e le esperienze vissute. Oltre alle informazioni di base sullo sviluppo fetale e

riferimenti alla letteratura scientifica, il diario conteneva una serie di domande da compilare settimanalmente. Tali domande riguardavano la frequenza delle sessioni di intervento svolte nella settimana, le tracce musicali specifiche selezionate durante ciascuna sessione, il livello di coinvolgimento nelle attività prescritte e le risposte emotive provate durante le sessioni (vedi Figura S1 nelle Informazioni Supplementari S1). Durante il periodo di intervento, alle future madri è stata offerta la possibilità di partecipare a incontri online per esprimere dubbi, porre domande e condividere le proprie esperienze con le altre partecipanti.

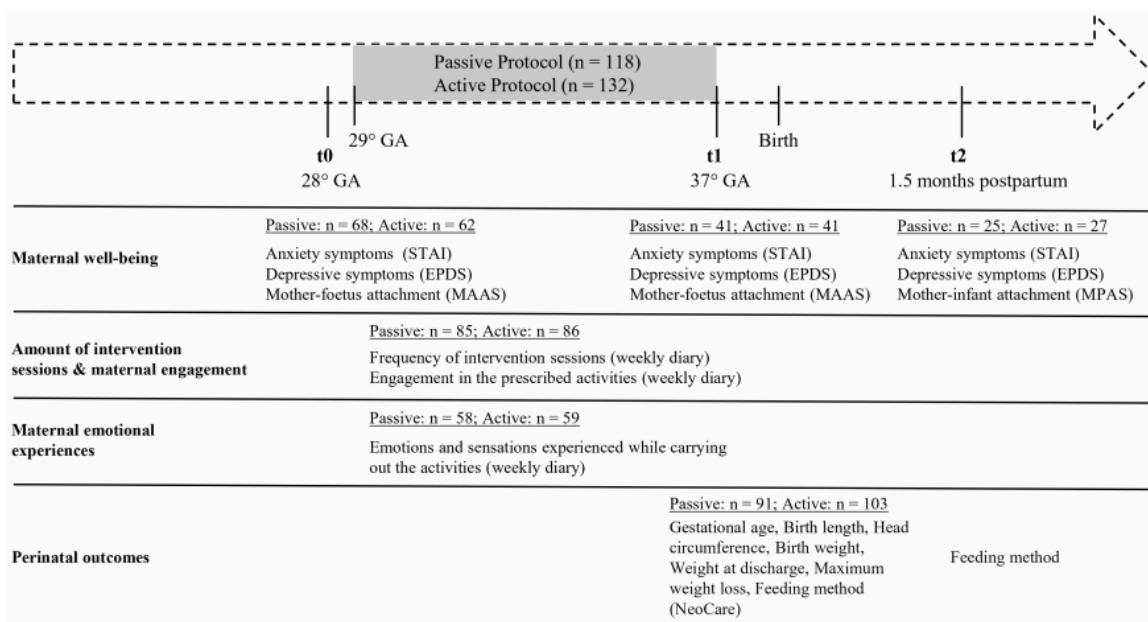


Figura 3. Timeline dello studio e tipologia di dati con le corrispondenti dimensioni campionarie per ciascun momento di raccolta. GS, Età Gestazionale; STAI, Spielberger State–Trait Anxiety Inventory; EPDS, Edinburgh Postnatal Depression Scale; MAAS, Maternal Ant.

Protocollo dell'intervento prenatale passivo

Il Protocollo Passivo consisteva nell'ascolto di tracce selezionabili da una playlist di suoni rilassanti (ovvero suoni della natura o rumori bianchi; si veda l'Informazione Supplementare S2 per una descrizione della selezione delle colonne sonore), tramite altoparlanti a volume regolare, per almeno 15 minuti, 4 volte alla settimana. Durante l'ascolto delle tracce, alle partecipanti veniva richiesto di sdraiarsi o sedersi, e rilassarsi il più possibile. L'utilizzo di suoni rilassanti, anziché musica rilassante, all'interno del protocollo passivo ha permesso di accentuare il contrasto tra i due interventi e ridurre al minimo i potenziali effetti confondenti legati all'inclusione della musica in entrambi i protocolli, come osservato in alcuni studi precedenti (es. 26).

Protocollo di intervento prenatale attivo

Il Protocollo Attivo prevedeva lo svolgimento di attività progettate per fornire stimolazione multisensoriale al feto. Alle partecipanti veniva richiesto di ascoltare brani musicali (a un livello di pressione sonora di circa 75–85 decibel), canticchiarne le melodie, tamburellare ritmicamente sull'addome (*tapping*) e muoversi dolcemente a tempo di musica.

Le istruzioni prevedevano di svolgere queste attività almeno 4 volte alla settimana, per una durata minima di 15 minuti per sessione. Sebbene fosse stata fornita una preselezione di 20 brani musicali tramite playlist su YouTube o Spotify (si veda l'Informazione Supplementare S2 per una

descrizione della selezione dei brani), le madri avevano la possibilità di ampliare tale selezione aggiungendo, se lo desideravano, brani musicali di loro gradimento.

Misure

Benessere materno

Sintomi d'ansia - Spielberger State-Trait Anxiety Inventory - STAI

Lo Spielberger State-Trait Anxiety Inventory (STAI; Spielberger et al., 1971) è uno strumento ampiamente utilizzato per la valutazione dell'ansia materna. Il questionario è suddiviso in due scale: State e Trait, ciascuna composta da 20 item su una scala Likert a 4 punti, da 1 (Per niente) a 4 (Molto). La scala State-STAI misura l'ansia situazionale e transitoria, riflettendo la risposta emotiva temporanea a specifici stressor o eventi. La scala Trait-STAI, invece, valuta la predisposizione individuale stabile a sperimentare ansia in diversi contesti e situazioni. I punteggi totali per ciascuna sottoscala variano da 20 a 80, con punteggi più alti indicativi di livelli d'ansia maggiori.

Sintomi di depressione - Edinburgh Postnatal Depression Scale - EPDS

Per valutare i livelli di depressione è stata somministrata la Edinburgh Postnatal Depression Scale (EPDS; Cox et al., 1987). Essa è composta da 10 domande su una scala Likert a 4 punti, che indagano i sintomi depressivi sperimentati dalla partecipante negli ultimi 7 giorni. I punteggi variano da 0 a 30, con punteggi più elevati indicativi di livelli più alti di depressione. Il questionario può essere utilizzato sia durante la gestazione che dopo il parto (Cox et al., 1996).

Maternal Antenatal Attachment Scale - MAAS

La Maternal Antenatal Attachment Scale (MAAS; Condon, 1993) è un questionario self-report composto da 19 item, ideato per valutare la qualità dell'attaccamento della madre al feto, con risposte su una scala Likert a 5 punti. Le domande, valutate su una scala Likert a 5 punti, sono suddivise in due categorie che indagano due diverse dimensioni Intensità della preoccupazione (MAAS-I; 8 domande), che valuta quanto tempo le madri trascorrono pensando, parlando e sognando il proprio bambino non ancora nato, e la Qualità dell'attaccamento (MAAS-Q; 11 domande), che si riferisce alla vicinanza, tenerezza e ai sentimenti positivi provati dalle madri nei confronti del feto. Il punteggio globale di attaccamento varia da 19 a 95, con punteggi più alti indicativi di un livello maggiore di attaccamento al feto.

Maternal Postpartum Attachment Scale - MPAS

La Maternal Postpartum Attachment Scale (MPAS; Condon e Corkindale, 1998; Scopesi et al., 2004) è composta da 19 item con opzioni di risposta su scale a 2, 3, 4 o 5 punti, a seconda dell'item. Condon e Corkindale (1998) hanno identificato tre dimensioni principali: Piacere nell'interazione con il neonato (MPAS-P; 5 item), Assenza di ostilità verso il neonato (MPAS-A; 5 item Qualità dell'attaccamento madre-neonato (MPAS-Q; 9 item). Il punteggio totale varia da 19 a 95, con punteggi più elevati indicativi di un maggiore attaccamento postnatale materno al bambino.

Esperienze emotive delle partecipanti

Le esperienze emotive vissute dalle partecipanti durante lo svolgimento delle attività prescritte sono state valutate attraverso una singola domanda aperta inclusa nel diario settimanale: "Quali emozioni e sensazioni hai provato durante lo svolgimento dell'attività?". Al termine dello studio, è stato inoltre richiesto alle partecipanti di fornire un feedback sull'esperienza vissuta con l'intervento, segnalando anche eventuali difficoltà incontrate. Le risposte alla domanda aperta sono state analizzate tramite analisi tematica, che ha portato all'identificazione di quattro temi principali:

Emozioni positive, Relazione madre-feto, Gestione quotidiana, and Emozioni negative (Si veda l'Informazione Supplementare S3 per una descrizione dettagliata del metodo adottato).

Esiti perinatali

I dati relativi agli esiti perinatali sono stati raccolti tramite cartelle cliniche informatizzate (Neocare, i&t Informatica e Tecnologia Srl, Italia) e sono riportati nella Tabella 2. Essi includevano la modalità del parto, l'età gestazionale, il peso e la lunghezza alla nascita, la circonferenza cranica, nonché dati raccolti alla dimissione come il metodo di alimentazione, il peso, la perdita di peso massima durante il ricovero post-nascita e il metodo di alimentazione a 1,5 mesi.

Tabella 2. Caratteristiche neonatali alla nascita e a 1,5 mesi, per gruppo di studio.

| Sample characteristic | Passive protocol group (n = 118) | | Active protocol group (n = 132) | |
|-----------------------------|----------------------------------|--------|---------------------------------|--------|
| | n | % | n | % |
| Delivery | | | | |
| Vaginal | 58 | 49.15 | 61 | 46.21 |
| Newborn | | | | |
| Gestational age (weeks) | 39.51 | 1.19 | 39.31 | 1.43 |
| Birth length (cm) | 49.66 | 1.76 | 49.57 | 1.80 |
| Birth length %ile | 46.76 | 28.86 | 48.10 | 27.07 |
| Head circumference (cm) | 34.32 | 1.03 | 34.52 | 1.22 |
| Head circumference %ile | 52.22 | 26.99 | 58.05 | 27.07 |
| Birth weight (gr) | 3,196.96 | 367.75 | 3,222.82 | 404.28 |
| Birth weight %ile | 40.56 | 26.64 | 46.35 | 28.56 |
| Gender (female) | | | | |
| | n | % | n | % |
| | 57 | 48.31 | 62 | 46.97 |
| At discharge | | | | |
| Weight (g) | 2,962.25 | 318.91 | 3,001.17 | 375.07 |
| Max % Weight loss | 8 | 0.02 | 8.9 | 0.08 |
| Breastfeeding | | | | |
| | n | % | n | % |
| | 60 | 50.58 | 61 | 46.21 |
| Breastfeeding at 1.5 months | 76 | 64.41 | 80 | 60.61 |

%ile, percentile.

Numero di sessioni d'intervento e coinvolgimento materno

Per monitorare l'aderenza al protocollo d'intervento e il coinvolgimento materno, è stato chiesto alle partecipanti di compilare un diario settimanale riportando:

- *Frequenza delle sessioni d'intervento:* il numero di sessioni di intervento svolte ogni settimana e le specifiche tracce sonore utilizzate dalla playlist fornita (con possibilità, per il gruppo del Protocollo Attivo, di aggiungere altri brani).
- *Coinvolgimento nelle attività prescritte:* quanto si siano rilassate, valutato su una scala Likert a 4 punti (gruppo Protocollo Passivo), oppure quanto abbiano canticchiato, tamburellato e ballato, valutato su tre distinte scale Likert a 5 punti (gruppo Protocollo Attivo). Per il gruppo del Protocollo Attivo, è stato calcolato un punteggio totale di Coinvolgimento Attivo sommando i punteggi (da 1 a 5) relativi alle tre domande su canticchiare, *tapping* e muoversi a ritmo. Questi punteggi settimanali sono stati poi mediati su tutte le settimane dell'intervento. Per il gruppo del Protocollo Passivo, è stato calcolato un punteggio totale di Coinvolgimento nel Rilassamento mediando i punteggi settimanali ottenuti sulla scala Likert a 4 punti che valutava il livello di

rilassamento durante le sessioni. La Figura S1 nelle Informazioni Supplementari S1 mostra le pagine dei diari che le madri erano tenute a compilare.

Analisi statistica

Le analisi statistiche sono state condotte utilizzando il software statistico R (R Core Team, v. 2021). Per verificare gli effetti dei due protocolli di intervento prenatale sul benessere materno, sono stati eseguiti tre modelli misti lineari separati per ciascuna variabile di risultato materna: sintomi di ansia, sintomi di depressione e legame madre-feto-neonato. I modelli statistici principali hanno testato l'effetto del gruppo (passivo, attivo), del timepoint (t0, t1, t2) e della loro interazione come fattori fissi e dell'intercetta casuale per le partecipanti. Per l'esito del legame madre-feto/neonato, abbiamo testato gli effetti del gruppo x al timepoint (t0, t1) sulle sottoscale MAAS (intensità della preoccupazione, qualità dell'attaccamento) e abbiamo valutato l'effetto del gruppo sulle sottoscale MPAS (piacere nell'interazione, assenza di ostilità verso il neonato, qualità dell'attaccamento madre-neonato) a t2.

Per confrontare le esperienze emotive dei partecipanti ai due gruppi, abbiamo eseguito una MANOVA con il gruppo (passivo, attivo) come variabile indipendente e la frequenza dei temi identificati attraverso l'analisi tematica delle voci del diario settimanale come variabile dipendente.

Per valutare l'impatto dei due protocolli di intervento prenatale sugli esiti perinatali, abbiamo condotto una MANOVA con il gruppo (passivo, attivo) come variabile indipendente e l'età gestazionale, il peso alla nascita, la lunghezza, la circonferenza cranica, la nascita alla dimissione e la perdita massima di peso come variabili dipendenti. Inoltre, sono stati eseguiti *test Chi-quadro* per esplorare le differenze tra i gruppi in termini di modalità di parto (vaginale, cesareo) e metodo di alimentazione (allattamento al seno, formula, misto) alla dimissione e a 1,5 mesi. Per tenere conto di possibili confondenti non misurati, è stata eseguita un'analisi di sensibilità per ciascuno degli esiti perinatali. A tal fine, abbiamo calcolato il *valore E* per ciascuno degli esiti perinatali, seguendo le linee guida di VanderWeele e Ding (2017). Il valore *E* è la forza minima dell'associazione, in termini di rapporto di rischio, che un confondente non misurato dovrebbe avere sia con l'intervento che con l'esito per spiegare completamente una specifica associazione intervento-esito, a condizione delle covariate misurate. I valori *E* < 1,5 indicano che il risultato può essere sensibile ai confondenti non misurati.

Per valutare se vi fossero differenze nell'adesione all'intervento e nell'impegno materno tra i gruppi, è stato condotto un *test t a campione indipendente* per confrontare il numero medio di sessioni di intervento completate tra il gruppo del protocollo passivo e quello del protocollo attivo. Per esaminare l'impatto del numero di sessioni di intervento e dell'impegno materno sul benessere materno a t1, è stata eseguita una serie di analisi di regressione lineare per ciascuna variabile di esito materna (ansia, depressione e legame madre-feto-neonato), separatamente per ciascun gruppo. In questi modelli, i punteggi Δ (punteggi a T0 - punteggi a T1 per STAI e EPDS; punteggi a T1 - punteggi a T0 per MAAS) sono stati utilizzati come variabili dipendenti, mentre la frequenza delle sessioni di intervento, il punteggio di Coinvolgimento attivo (per il gruppo Protocollo attivo) o il punteggio di Coinvolgimento rilassante (per il gruppo Protocollo passivo) sono stati inclusi come variabili indipendenti. Le regressioni lineari con i temi identificati attraverso l'analisi tematica come variabili dipendenti e la frequenza delle sessioni di intervento e l'impegno materno come variabili indipendenti sono state eseguite separatamente per ciascun gruppo. Infine, all'interno di ciascun gruppo, abbiamo eseguito analisi di regressione lineare per verificare l'impatto del numero di sessioni di intervento e dell'impegno materno sugli esiti perinatali. Inoltre, abbiamo eseguito regressioni logistiche binomiali e multinomiali per indagare gli effetti del numero di sessioni di

intervento e dell'impegno materno sulla modalità di parto (vaginale, cesareo) e sul metodo di alimentazione (allattamento al seno, formula, misto).

Risultati

Confronto del benessere materno tra i protocolli di intervento

I modelli misti lineari sui punteggi dell'ansia di stato hanno rivelato un effetto principale significativo del timepoint $F(2,144.19) = 4.65$, $p = .011$. I confronti post-hoc hanno indicato una diminuzione significativa dei livelli di ansia di stato da t0 ($M = 36,9$, $SE = .82$) a t2 ($M = 33$, $SE = 1,24$), $t(185) = 2,92$, $p = .011$ in entrambi i gruppi (Fig.2). I test di contrasto polinomiale hanno confermato un trend lineare nel tempo, $t(185) = 2,92$, $p = .004$, senza alcuna evidenza di un trend quadratico ($p = .89$). Non sono stati riscontrati effetti significativi sul *Gruppo* o sul *gruppo x il timepoint* (tutti $ps > .08$). Per quanto riguarda il Tratto Ansia, non sono state riscontrate differenze significative (tutti i $ps > .06$) per gli effetti di *gruppo* o di *timepoint*.

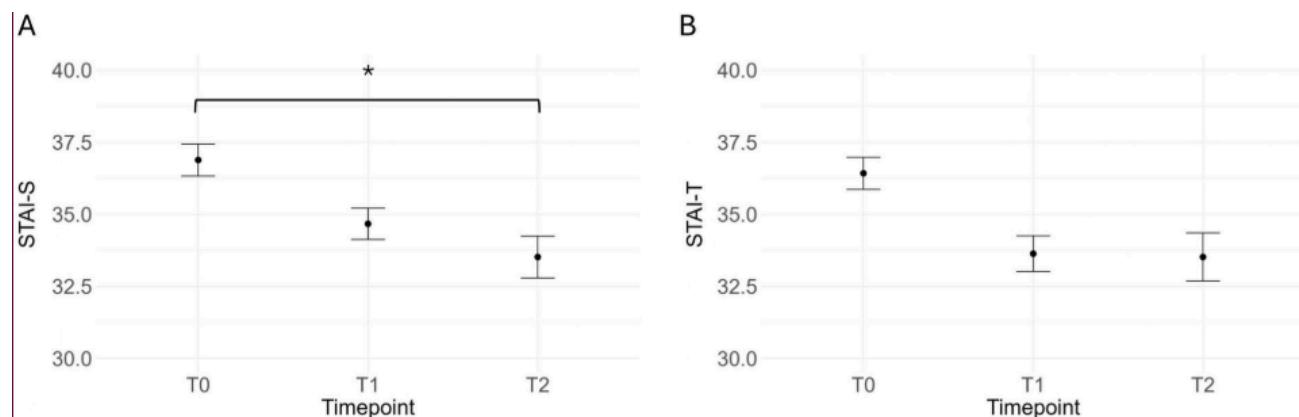


Figura 2. Media (e errore standard) dei punteggi di ansia di stato (A) e di tratto (B) nei tre diversi momenti temporali nei due gruppi sperimentali. * $p < 0,05$.

I modelli misti lineari sui punteggi di depressione hanno mostrato un effetto principale del Timepoint $F(2,133,94) = 4,5$, $p = 0,01$, qualificato da un'interazione significativa *Gruppo x Timepoint*, $F(2,133,94) = 3,62$, $p = .03$. I confronti post hoc corretti da Tukey hanno rivelato che, mentre il gruppo del protocollo passivo ha mostrato una diminuzione significativa dei livelli di depressione da t0 ($M = 7,49$, $SE = .55$) a t1 ($M = 5,35$, $SE = .65$), $t(130) = 3,55$, $p = .007$, seguita da un aumento marginale da t1 a t2 ($M = 7,76$, $SE = .79$), $t(146) = 2,89$, $p = .05$, i livelli di depressione sono rimasti stabili tra i timepoint per il gruppo del Protocollo Attivo (tutti i $ps > .8$) (Fig. 3).

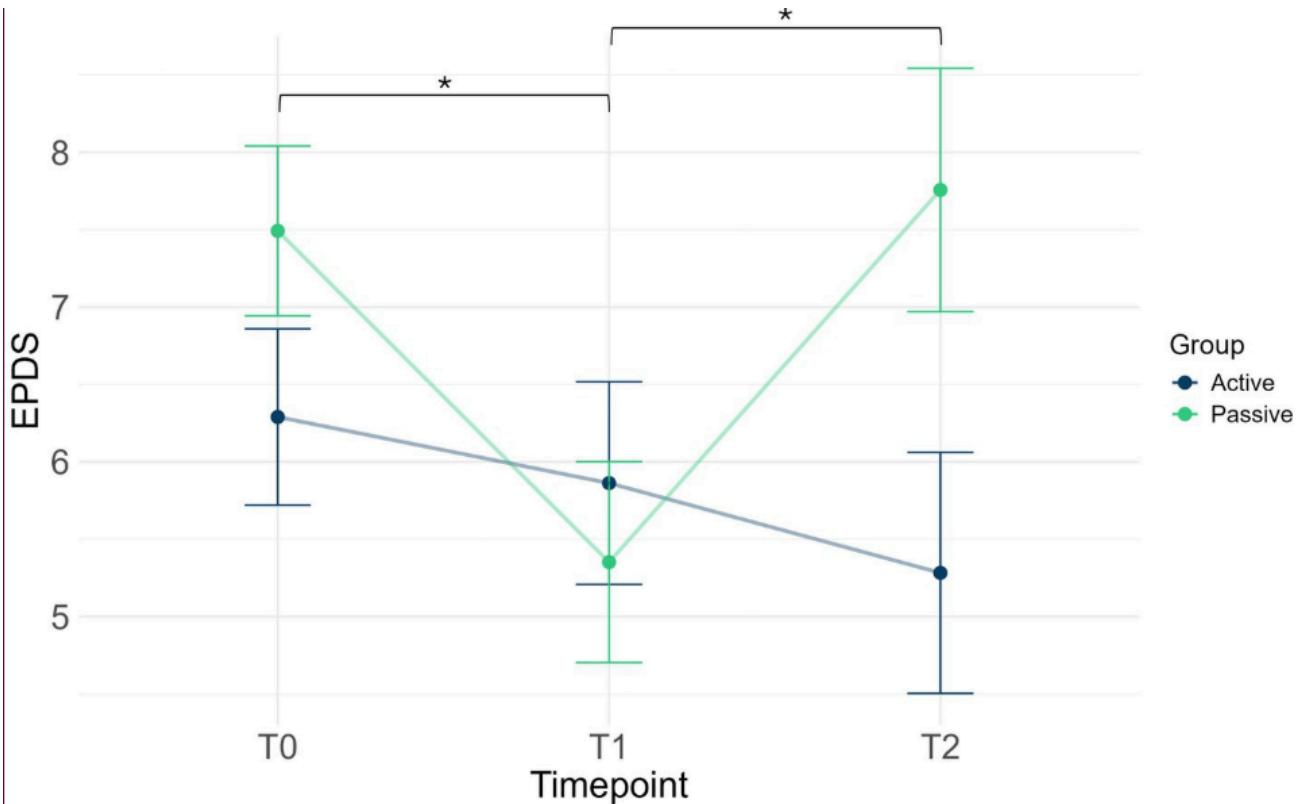


Figura 3. Media (e errore standard) dei punteggi di depressione nei tre diversi momenti temporali nei gruppi con protocollo attivo (linea blu) e protocollo passivo (linea verde). * $p < 0,05$.

I modelli misti lineari sul legame madre-feto/neonato hanno mostrato un effetto principale di Timepoint, $F(2, 137.48) = 11.8$, $p < .001$. I confronti post hoc corretti con Tukey hanno indicato un aumento significativo dell'attaccamento madre-feto/neonato da t0 ($M = 75,4$, $SE = .49$) a t1 ($M = 76,8$, $SE = .58$), $t(127) = 2,5$, $p = .04$, e da t1 a t2 ($M = 78,8$, $SE = .71$), $t(158) = 2,55$, $p = .03$, senza differenze significative tra i gruppi. Ulteriori analisi per le sottoscale MAAS hanno rivelato aumenti significativi sia nella Qualità dell'attaccamento, $F(1, 77.86) = 8.05$, $p = .006$, sia nell'Intensità della preoccupazione $F(1, 84.41) = 6,59$, $p = .012$, da t0 (MAAS-Q: $M = 46$, $SE = .2$; MAAS-I: $M = 27,7$, $SE = .29$) a t1 (MAAS-Q: $M = 46,7$, $SE = .32$; MAAS-I: $M = 28,5$, $SE = .34$). Al t2 non sono state riscontrate differenze significative tra i gruppi nei punteggi ottenuti nelle sottoscale MPAS-P, MPASA e MPAS-Q (tutti $p > .31$). La Figura 4 illustra graficamente i risultati delle analisi del modello misto lineare sul benessere materno.

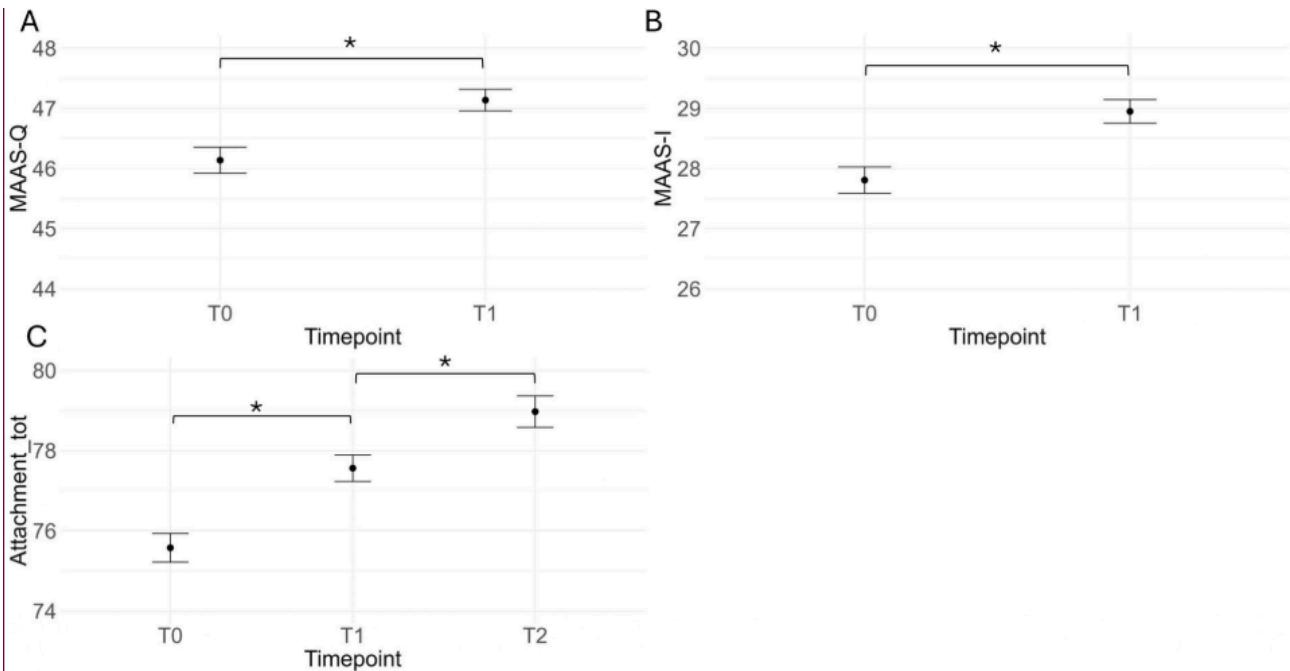


Figura 4. I pannelli (A,B) mostrano la media (e l'errore standard) dei punteggi relativi alla qualità dell'attaccamento (A) e all'intensità della preoccupazione (B) ottenuti dalla scala MAAS nei momenti t0 e t1 nei due gruppi di protocollo. Il pannello (C) rappresenta la media dei punteggi di attaccamento nei tre momenti temporali, misurati tramite MAAS e MPAS. * $p < 0,05$.

Confronto dell'esperienza emotiva materna tra i protocolli di intervento

La MANOVA eseguita sui temi identificati attraverso l'analisi tematica ha rivelato differenze significative tra i gruppi nella frequenza dei temi specifici, $V(1) = .55$, $F(4,105) = 31,46$, $p < .001$. Il gruppo del Protocollo attivo ha riportato una frequenza significativamente più alta dei temi "Emozioni positive" ($M = 8,3$, $SE = .62$) e "Relazione madre-feto" ($M = 5,62$, $SE = .36$) nei loro diari rispetto al gruppo del Protocollo passivo (emozioni positive: $M = 2,7$, $SE = .47$, $F(1,108) = 19,29$, $p < .001$; relazione madre-feto: $M = 4,04$, $SE = .34$, $F(1,108) = 4,62$, $p = .03$). Al contrario, la frequenza dei temi "Coping quotidiano" era significativamente più alta nel gruppo del Protocollo passivo ($M = 10,3$, $SE = .61$) rispetto al gruppo del Protocollo attivo ($M = 3,27$, $SE = .31$), $F(1,108) = 50,66$, $p < .001$. Non sono state riscontrate differenze significative tra i gruppi nella frequenza dei temi "Emozioni negative", $F(1,108) = 3,38$, $p = 0,07$ (Figura 5).

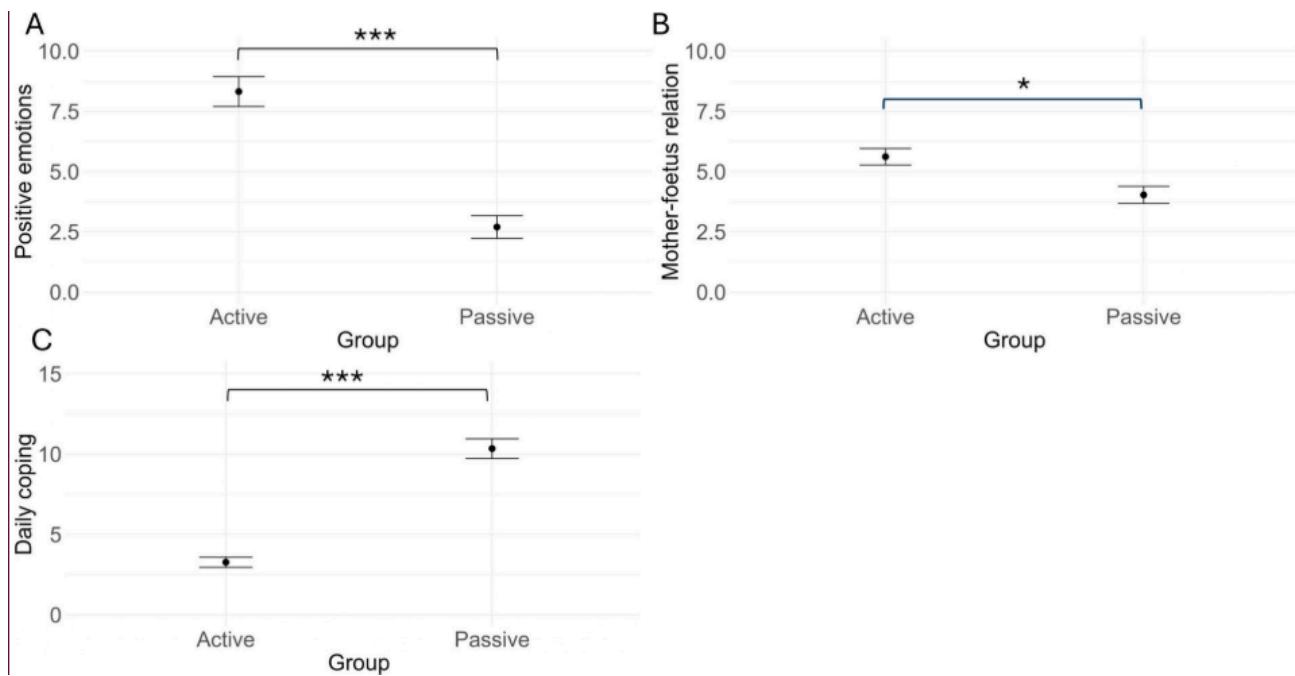


Figura 5. Media ed errore standard delle frequenze dei temi “emozioni positive” (A), “relazione madre-feto” (B) e “affrontamento quotidiano” (C) nei gruppi con protocollo attivo e protocollo passivo. * $p < 0,05$; *** $p < 0,001$.

Confronto degli esiti perinatali tra i protocolli di intervento

Table 2 summarises neonatal characteristics at birth.

La MANOVA eseguita sugli esiti perinatali non ha rivelato differenze tra i gruppi del Protocollo Attivo e del Protocollo Passivo in termini di età gestazionale, peso o lunghezza alla nascita, circonferenza cranica, peso alla dimissione e perdita massima di peso, $V(1) = .04$, $F(7,185) = 1.003$, $p = .43$. Analogamente, non sono state osservate differenze significative tra i gruppi per quanto riguarda la modalità di parto o il metodo di alimentazione alla dimissione e a 1,5 mesi (tutti $ps > .27$). I risultati delle analisi di sensibilità hanno rivelato che mentre il peso alla nascita (*E-value* = 1,5) e il percentile di lunghezza (*E-value* = 1,51) mostravano una moderata sensibilità ai confondenti non misurati, la modalità di parto (*E-value* = 1,1) era altamente sensibile ai confondenti non misurati.

Impatto della quantità di sessioni di intervento e dell'impegno materno sul benessere materno e sugli esiti perinatali

Il numero medio di sessioni di intervento effettuate è stato di 133,01 per il gruppo del protocollo attivo ($SD = 55,3$) e di 132,61 ($SD = 54,9$) per il gruppo del protocollo passivo. Un *t-test a campione indipendente* non ha rivelato differenze significative tra i gruppi, $t(167,95) = .05$, $p = .96$.

Le analisi di regressione lineare non hanno rivelato associazioni significative tra il numero di sessioni di intervento o la quantità di impegno materno (punteggi di impegno attivo per il gruppo del Protocollo attivo e punteggi di Impegno di Rilassamento per il gruppo del Protocollo passivo) e i cambiamenti (punteggi di ansia Δ) nei punteggi di Ansia di stato (tutti $ps > .4$) o di Ansia di tratto (tutti $ps > .09$) tra t0 e t1 in entrambi i gruppi. Per quanto riguarda i punteggi di depressione, i risultati della regressione lineare hanno mostrato che, per il gruppo del Protocollo Attivo, la differenza tra i livelli di depressione (punteggi di depressione Δ) a t0 e a t1 è stata significativamente predetta dai punteggi di Coinvolgimento Attivo, $b = .69$, $t(26) = 2,26$, $p = .03$, suggerendo che un maggiore impegno con il canto/umore attivo, il tapping e la danza è stato

associato a una maggiore diminuzione dei sintomi depressivi (Figura 6). Non sono state trovate altre associazioni significative tra l'adesione o l'impegno nell'intervento e i risultati del benessere materno (tutti $p > .07$).

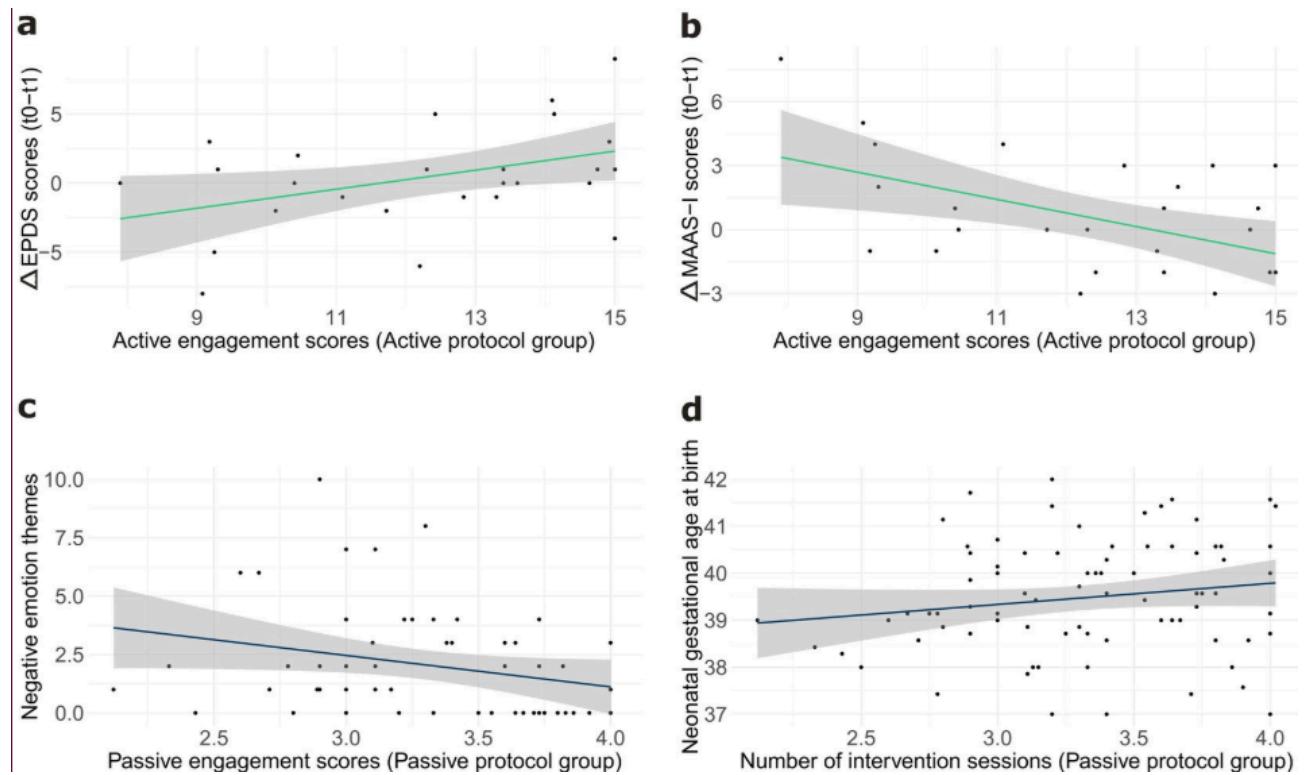


Figura 6. Il pannello (a) mostra l'associazione tra i punteggi di coinvolgimento attivo e la variazione dei punteggi di depressione tra t0 e t1 nel gruppo con protocollo attivo. Il pannello (b) illustra l'associazione tra i punteggi di coinvolgimento attivo e la variazione dei punteggi relativi all'intensità della preoccupazione tra t0 e t1, sempre nel gruppo con protocollo attivo. Il pannello (c) rappresenta l'associazione tra i punteggi di coinvolgimento nel rilassamento e la frequenza dei temi legati alle "emozioni negative" riportati dalle madri nel gruppo con protocollo passivo. Il pannello (d) mostra l'associazione tra il numero di sessioni di intervento e l'età gestazionale neonatale alla nascita nel gruppo con protocollo passivo. Le aree grigie indicano gli intervalli di confidenza.

Per quanto riguarda il legame madre-feto, le analisi di regressione hanno rivelato un'associazione positiva significativa tra i punteggi dell'*Impegno Attivo* e la variazione dei punteggi dell'*Intensità della Preoccupazione* (MAAS-I) nel gruppo del protocollo attivo, $b = .64$, $t(25) = 2.93$, $p = .007$. In particolare, livelli più elevati di impegno attivo sono stati associati a minori aumenti dei punteggi MAAS-I da t0 a t1 (Figura 6), suggerendo che un maggiore impegno nelle attività prescritte può aver attenuato gli aumenti dell'intensità della preoccupazione per il feto. Non sono state riscontrate associazioni significative tra il numero di sessioni di intervento o i punteggi di impegno e altri risultati relativi al benessere materno (tutti $p > .17$).

Le analisi di regressione lineare per i vissuti emotivi hanno rivelato un'associazione negativa marginalmente significativa tra i punteggi di *impegno nel rilassamento* e la frequenza dei temi di "emozione negativa" nel gruppo del protocollo passivo, $b = -1,3457$, $t(52) = 1.96$, $p = .05$ (Figura 6), suggerendo che livelli più bassi di impegno nel rilassamento durante il protocollo passivo sono stati associati a un maggiore aumento delle emozioni negative riportate dalle madri.

Le analisi di regressione lineare per gli esiti perinatali hanno mostrato un'associazione positiva significativa tra il numero di sessioni di intervento e l'età gestazionale alla nascita, $b = .007$, $t(81) = 3.24$, $p = .002$ per il *gruppo del protocollo passivo* (Figura 6). Non sono state trovate altre associazioni significative tra l'adesione all'intervento (numero di sessioni di intervento) o l'impegno

materno (impegno attivo, impegno di rilassamento) e nessuno degli esiti perinatali misurati (tutti ps > .1).

Discussione

L'obiettivo principale di questo studio era esplorare e confrontare l'impatto di due programmi innovativi di intervento prenatale sul benessere materno e sugli esiti neonatali: un programma passivo basato su un protocollo di rilassamento e un programma attivo che prevedeva il coinvolgimento attivo della madre in diverse attività finalizzate a stimolare l'esperienza multisensoriale del feto. Le future madri, alla 28^a settimana di gestazione, sono state assegnate in modo casuale a uno dei due gruppi di intervento. È stato adottato un approccio metodologico misto, che ha combinato misure quantitative e qualitative per valutare longitudinalmente l'impatto dei protocolli di intervento sul benessere materno e sugli esiti neonatali. Un aspetto innovativo dello studio è stato l'inserimento di una valutazione di follow-up a pochi mesi dal parto per esaminare l'impatto a lungo termine degli interventi prenatali sul benessere materno, un aspetto finora ampiamente trascurato nella ricerca.

Sia le misure quantitative che quelle qualitative hanno indicato che entrambi i protocolli di intervento prenatale hanno avuto un impatto positivo sulla salute mentale materna, mostrando sia somiglianze che differenze. In entrambi i gruppi, i livelli di ansia di stato sono diminuiti da t0 a t2, con un decremento lineare nel tempo. Questo risultato replica ed estende evidenze precedenti sull'efficacia degli interventi prenatali nel ridurre i sintomi di ansia durante la gravidanza (ad es., Bastani et al., 2005; Sanfilippo et al., 2021), indicando che tali effetti benefici persistono anche nel periodo postnatale. A differenza della diminuzione costante dei livelli di ansia osservata in entrambi i gruppi, i sintomi depressivi hanno mostrato traiettorie diverse. Mentre il gruppo con il Protocollo Passivo ha evidenziato una significativa diminuzione da t0 a t1 seguita da un aumento da t1 a t2, i livelli di depressione nel gruppo con il Protocollo Attivo sono rimasti relativamente stabili. Ciò suggerisce che il Protocollo Passivo potrebbe essere particolarmente efficace nel sostenere la regolazione emotiva durante la gravidanza. La gravidanza è un periodo di profondi cambiamenti fisiologici e psicologici, e la regolazione emotiva è fondamentale per gestire lo stress, favorire il legame materno-fetale e prepararsi al parto (Penner e Rutherford, 2022). In questo senso, le pratiche di rilassamento possono essere particolarmente utili nel ridurre i livelli di cortisolo e ansia e nel promuovere la calma (Ventura et al., 2012). Tuttavia, tali benefici potrebbero non estendersi al periodo postnatale, che introduce nuove sfide fisiologiche, fisiche e psicologiche. Fattori stressanti come lo stress postnatale, le richieste di cura del neonato, le difficoltà economiche, la privazione del sonno e i cambiamenti ormonali potrebbero aver interferito con i benefici del protocollo, suggerendo la necessità di interventi diversi per affrontare efficacemente la salute mentale nel periodo postparto, come il supporto sociale (Bedaso et al., 2021; Takács Štípl et al., 2021). Inoltre, l'aumento dei sintomi depressivi osservato nel periodo postnatale potrebbe anche essere spiegato dall'interruzione improvvisa del protocollo di rilassamento dopo il parto. Poiché vi sono evidenze sull'efficacia delle tecniche di rilassamento postnatale nel ridurre i sintomi depressivi postparto (Gökşin e Ayaz-Alkaya, 2020), è plausibile ipotizzare che, se le madri avessero continuato a seguire le pratiche di rilassamento prescritte oltre la gravidanza, ciò avrebbe potuto mitigare l'aumento osservato dei punteggi di depressione nel periodo postnatale. Tuttavia, è importante notare che l'elevato tasso di abbandono dei partecipanti a t2 ha ridotto significativamente la dimensione del campione finale, probabilmente determinando analisi con potenza statistica insufficiente in questo punto temporale.

Il risultato secondo cui la riduzione dei sintomi depressivi tra t0 e t1 è stata osservata principalmente nel gruppo con Protocollo Passivo è coerente con i dati qualitativi emersi dai diari settimanali. Sebbene le partecipanti di entrambi i gruppi abbiano sperimentato emozioni negative (es. ansia, tristezza) durante il periodo di intervento, le donne del gruppo con Protocollo Passivo, che hanno riferito un maggiore coinvolgimento nelle attività di rilassamento, hanno anche riportato un numero inferiore di temi legati alle “emozioni negative”. Al contrario, non è emersa un’associazione significativa tra il coinvolgimento attivo e la frequenza delle emozioni negative riportate dalle madri nel gruppo con Protocollo Attivo. Complessivamente, questi risultati sono in linea con quelli di una recente meta-analisi (Abera et al., 2024), che ha evidenziato un’associazione più forte tra l’ascolto passivo di musica rilassante e la riduzione dei sintomi depressivi, rispetto a forme più attive di interventi di rilassamento prenatale, come lo yoga e la meditazione.

Sebbene l’analisi a livello di gruppo non abbia rilevato un effetto significativo del tempo sui punteggi di depressione nel gruppo con Protocollo Attivo, le analisi di regressione lineare condotte sui dati qualitativi raccolti attraverso i diari settimanali hanno offerto un quadro più sfumato. In particolare, il livello di coinvolgimento attivo nelle attività prescritte, riportato dalle madri, ha predetto la riduzione dei sintomi depressivi da t0 a t1, con livelli più alti di coinvolgimento associati a una maggiore riduzione. Ciò suggerisce che l’efficacia del Protocollo Attivo nel ridurre i sintomi depressivi potrebbe dipendere dal grado di partecipazione delle partecipanti. Alti livelli di coinvolgimento nelle attività prescritte (come canticchiare, tamburellare e dondolare durante l’ascolto musicale) potrebbero aver aumentato il piacere dell’esperienza e favorito l’emergere di emozioni positive, potenziando così l’impatto positivo dell’intervento sull’umore.

Per quanto riguarda il legame madre-feto/neonato, entrambi i gruppi di protocollo hanno mostrato un aumento significativo del livello di attaccamento da t0 a t1, come evidenziato dall’incremento delle sottoscale Intensità della Preoccupazione e Qualità dell’Attaccamento del MAAS. È importante sottolineare che i punteggi globali di attaccamento indicano che tale aumento si estende anche al periodo postnatale (t2). Questo risultato è coerente con precedenti ricerche di Wulff et al. (2021), che hanno riscontrato un aumento dei punteggi di attaccamento e dei livelli di ossitocina in seguito a interventi prenatali basati sul rilassamento e sul canto. L’assenza di differenze significative tra i gruppi nei punteggi di attaccamento nel nostro studio potrebbe essere attribuita all’enfasi condivisa, durante la fase di reclutamento, sull’importanza degli interventi prenatali per la promozione del benessere materno e fetale/neonatale. Questo focus potrebbe aver favorito il coinvolgimento delle partecipanti nel sostenere lo sviluppo e il benessere del feto attraverso le attività prescritte, promuovendo intrinsecamente un senso di connessione con il feto/neonato, indipendentemente dal protocollo d’intervento specifico. Questa interpretazione è in linea con le evidenze secondo cui il canto di canzoni rivolte al bambino (es. ninna nanne) ha un effetto benefico sul legame madre-neonato, specialmente dopo la nascita (es. Persico et al., 2017).

Ancora una volta, sebbene l’analisi a livello di gruppo non abbia rilevato differenze significative tra i gruppi rispetto al modo in cui il livello di attaccamento è cambiato nel tempo, ulteriori analisi dei dati qualitativi raccolti attraverso i diari hanno fornito una comprensione più approfondita delle esperienze delle partecipanti. Sebbene i temi relativi al legame siano emersi in entrambi i gruppi, la frequenza del tema “Relazione madre-feto” è risultata significativamente più alta nel gruppo con Protocollo Attivo rispetto a quello con Protocollo Passivo. Questo risultato suggerisce che il coinvolgimento attivo nel canto e/o nelle attività fisiche previste dal Protocollo Attivo possa aver favorito un senso di vicinanza al feto. Studi recenti hanno fornito evidenze a supporto di questa ipotesi, in particolare sull’efficacia del canto attivo. Ad esempio, Fancourt e Perkins (2017) hanno riportato che interventi basati sul canto, ma non l’ascolto passivo di musica, hanno avuto un

impatto positivo sull'attaccamento madre-neonato nel periodo postnatale. Allo stesso modo, Wulff et al. (2021) hanno rilevato che un intervento basato sul canto ha prodotto miglioramenti maggiori nella percezione della vicinanza al bambino rispetto a un protocollo basato sul rilassamento. Una possibile spiegazione di questi effetti risiede nella natura espressiva e comunicativa del canto e della danza, che può favorire il senso di connessione materna con il feto. Inoltre, la stimolazione tattile materna potrebbe aver contribuito in modo determinante al rafforzamento del legame. Il tatto affettivo, che attiva le afferenze C-tattili — fibre nervose specializzate nel rispondere a tocchi gentili e carezzevoli — e stimola la corteccia insulare, un'area cerebrale associata all'elaborazione emotiva e al legame sociale, facilita la regolazione emotiva e la formazione dell'attaccamento (Duhn, 2010; LaRosa, Geraci, Iacono e Commodari, 2024). Un altro possibile meccanismo attraverso cui i tocchi *leggeri* materni (*gentle tapping*) possono aver agito è l'interocezione. La corteccia insulare è infatti anche implicata nella consapevolezza interocettiva, potenzialmente migliorando la capacità della madre di percepire il corpo del proprio bambino non ancora nato, influenzando di conseguenza la sua responsività emotiva (Montirocco e McGlone, 2020). Pertanto, è possibile che i tocchi leggeri prescritti alle madri del gruppo Attivo abbiano suscitato emozioni positive e rafforzato la connessione affettiva con il feto.

Un risultato interessante del nostro studio è che, nel gruppo con Protocollo Attivo, un maggiore coinvolgimento attivo è stato associato a un incremento minore nell'Intensità della Preoccupazione al tempo t1. L'Intensità della Preoccupazione misura il grado in cui una madre si preoccupa e pensa al proprio bambino non ancora nato, ed è associata a una maggiore ricettività e attenzione verso i segnali provenienti dal feto (es. movimenti fetal) (Branjerdporn et al., 2021). Considerando che ricerche precedenti hanno evidenziato un forte legame tra attività musicali e di danza e un potenziamento delle capacità interocettive (es. Christensen et al., 2018), è plausibile che il coinvolgimento nelle attività di canto e movimento previste dal Protocollo Attivo possa aver migliorato la consapevolezza interocettiva dei segnali corporei interni in queste partecipanti. Questa maggiore consapevolezza potrebbe aver portato le madri ad accogliere con maggiore serenità le normali sensazioni fisiche della gravidanza avanzata, come i movimenti fetal e le contrazioni uterine, rispondendo con calma piuttosto che con preoccupazione. Il ruolo della consapevolezza interocettiva come possibile fattore mediatore degli effetti riportati nei programmi di intervento prenatale dovrebbe essere oggetto di future indagini.

Nonostante le differenze osservate nei loro effetti specifici, sia il Protocollo Passivo che quello Attivo hanno avuto un impatto positivo sul benessere materno, inclusa la riduzione dei sintomi ansiosi e depressivi e il rafforzamento dell'attaccamento madre-feto durante la gravidanza. Un meccanismo comune alla base di questi effetti positivi potrebbe essere il potenziamento dell'autoefficacia materna. Ricerche precedenti hanno dimostrato che la partecipazione a interventi prenatali può aumentare significativamente l'autoefficacia materna (Wulff et al., 2021). Attraverso il coinvolgimento in attività finalizzate a promuovere il benessere materno e fetale, le donne possono sperimentare un senso accresciuto di autoefficacia, che si traduce in una maggiore percezione di controllo e fiducia nella propria capacità di affrontare le sfide della gravidanza e del parto. Ciò potrebbe contribuire a una riduzione dei sintomi d'ansia e depressione, promuovendo infine esiti positivi per la salute mentale materna.

In alternativa, è anche plausibile che i protocolli Passivo e Attivo abbiano agito attraverso meccanismi distinti. Le attività di rilassamento passivo potrebbero aver operato principalmente riducendo l'attivazione fisiologica e favorendo l'immaginazione mentale e stati di calma (es. Pelletier, 2004). Al contrario, l'ascolto musicale associato ad attività motorie potrebbe aver migliorato il benessere materno attraverso un aumento dell'attivazione fisiologica e il rilascio di endorfine, associate a sensazioni di felicità (Goldsmith et al., 2000; Kang et al., 2018), favorendo così la regolazione dell'umore. Queste possibili differenze nei meccanismi sottostanti trovano

riscontro nei nostri dati qualitativi, che mostrano alcune differenze nell'esperienza emotiva delle madri. In particolare, sebbene i temi "Emozioni positive" e "Gestione quotidiana" siano emersi nei diari di entrambi i gruppi (Passivo e Attivo), il Protocollo Passivo è stato associato a una maggiore frequenza dei temi legati alla "Gestione quotidiana", mentre il Protocollo Attivo è stato associato più frequentemente ai temi delle "Emozioni positive".

Sebbene i meccanismi precisi alla base degli effetti osservati richiedano ulteriori indagini, questi risultati offrono importanti implicazioni cliniche. Ansia e sintomi depressivi sono comuni durante la gravidanza, in particolare nell'ultimo trimestre di gestazione (es. Teixeira et al., 2009; Gunning et al., 2010). Trovare strategie alternative ai trattamenti farmacologici è fondamentale, e i programmi di intervento prenatale rappresentano metodi validi ed economicamente sostenibili per migliorare il benessere delle future madri. È particolarmente rilevante la possibilità di offrire una gamma di opzioni di intervento, favorendo un'assistenza personalizzata che ne aumenta la praticità e l'accettabilità per le donne in attesa.

In linea con studi precedenti sugli esiti di salute materna legati agli interventi prenatali (Nwebube et al., 2017; Wulff et al., 2021), non abbiamo sottoposto le partecipanti a uno screening della salute mentale pre-intervento, al fine di preservare la naturale variabilità dei punteggi di ansia e depressione e monitorarne i cambiamenti nel tempo, anche alla luce delle evidenze sull'efficacia degli interventi prenatali in madri con depressione (Han et al., 2024). Tuttavia, i nostri dati indicano che le differenze individuali nei livelli iniziali di ansia influenzano il grado di coinvolgimento nelle attività di rilassamento nel gruppo con Protocollo Passivo (vedi S4). Variabili demografiche, come l'occupazione e lo status socio-economico, modulano inoltre il coinvolgimento nelle attività prescritte nel gruppo con Protocollo Attivo (vedi S4), sottolineando ancora una volta l'importanza di adattare l'assistenza perinatale alle differenze individuali quando si propongono opzioni di intervento.

Nel presente studio non sono emerse differenze tra i due gruppi di intervento rispetto agli esiti perinatali considerati. Questo risultato contrasta con quanto riportato in una recente meta-analisi (Abera et al., 2024), che ha evidenziato come gli interventi prenatali possano aumentare il tasso di parti vaginali, ridurre la durata del travaglio e influenzare positivamente l'età gestazionale e il peso alla nascita. Tuttavia, quella stessa meta-analisi ha anche rilevato una significativa eterogeneità tra gli studi inclusi ($I^2 = 63\%$) e non ha considerato studi che hanno esaminato gli effetti della stimolazione prenatale tramite musica o canto, i quali hanno prodotto risultati nulli rispetto a questi esiti (Arya et al., 2012; Persico et al., 2017). Sebbene i risultati nulli siano difficili da interpretare, è possibile che gli interventi prenatali influenzino gli esiti perinatali in modo indiretto, migliorando la salute mentale materna (es. livelli di stress) e promuovendo abitudini di vita salutari (es. qualità del sonno, alimentazione). In linea con ciò, la nostra analisi di sensibilità ha mostrato che peso e percentile alla nascita, così come la modalità del parto, erano suscettibili all'influenza di variabili confondenti non misurate, sottolineando la necessità di interpretare con cautela tali risultati. Interessante è il fatto che le analisi di regressione lineare, basate sui dati raccolti attraverso i diari settimanali, hanno rivelato un'associazione positiva tra il numero di sessioni di rilassamento e l'età gestazionale alla nascita nel gruppo con Protocollo Passivo, suggerendo che l'efficacia del protocollo Passivo potrebbe dipendere dal grado di coinvolgimento delle partecipanti nelle attività di rilassamento prescritte. Questo risultato è coerente con quanto riportato da Rajeswari et al. (2020), che hanno attribuito tale associazione a un'interazione dinamica tra meccanismi fisici, psicologici e fisiologici, inclusa la riduzione della tensione muscolare, il rilassamento mentale e la diminuzione della pressione sanguigna e dei livelli di ormoni dello stress. Tuttavia, è importante sottolineare che una recente meta-analisi (Abera et al., 2024) ha evidenziato come questo risultato non sia stato replicato in modo coerente in letteratura (es. Bastani et al., 2005; Ghorbannejad et al., 2022). Saranno quindi necessarie ulteriori ricerche per replicare questo dato e, fino ad allora, i

nostri risultati dovrebbero essere interpretati con cautela. Vale anche la pena ricordare che tutti i neonati del nostro studio sono nati a termine, il che implica che le variazioni osservate nell'età gestazionale sono rimaste all'interno dell'intervallo fisiologico normale. Inoltre, l'associazione tra le sessioni di rilassamento e l'età gestazionale, pur essendo statisticamente significativa, ha mostrato una dimensione dell'effetto ridotta. Nonostante questi limiti, i nostri risultati offrono spunti rilevanti: considerando i potenziali benefici delle tecniche di rilassamento nella riduzione dello stress e nella promozione del benessere fisiologico, approfondire il loro possibile impatto nella prevenzione del parto pretermine potrebbe contribuire all'identificazione di interventi non farmacologici a supporto della salute materna e di esiti ottimali della gravidanza.

Questo studio presenta numerosi punti di forza. In primo luogo, ha combinato un approccio quantitativo con un'analisi qualitativa delle esperienze emotive delle madri durante il periodo del protocollo, un approccio spesso assente nella letteratura. Questa metodologia integrata ha permesso una comprensione più profonda degli stati psicologici ed emotivi delle madri, cosa che può risultare limitata quando si fa affidamento esclusivamente su misure predefinite tramite questionari. In secondo luogo, il nostro studio ha utilizzato un approccio innovativo al protocollo di rilassamento passivo, incorporando una selezione di suoni naturali e rumori bianchi, anziché fare affidamento sulla musica come avviene comunemente nella ricerca precedente (es. Wulff et al., 2021). Questo approccio innovativo ha migliorato il contrasto tra i protocolli Passivo e Attivo, minimizzando i potenziali fattori confondenti associati all'uso di stimoli sonori simili nei due gruppi di intervento. In terzo luogo, la dimensione del campione era sufficientemente potente per rilevare gli effetti potenziali degli interventi sugli esiti perinatali, un aspetto spesso trascurato nella letteratura (vedi la rassegna in Abera et al., 2024). Infine, un'innovazione chiave di questo studio è stata l'inclusione di una valutazione di follow-up postpartum, che ha permesso di indagare l'impatto a lungo termine degli interventi prenatali sul benessere materno. A nostra conoscenza, nessun altro studio ha esplorato gli effetti postpartum degli interventi di rilassamento prenatale. Questo studio rappresenta un importante passo iniziale per comprendere i benefici duraturi di questo tipo di interventi per la salute mentale materna.

Questo studio presenta anche alcune limitazioni che devono essere riconosciute. In primo luogo, non tutte le partecipanti hanno completato tutti i questionari e i diari settimanali. Nonostante i nostri sforzi per raccogliere le risposte delle madri nei tre diversi momenti temporali, si è verificata una significativa perdita di dati nei questionari, soprattutto al momento t2, il che potrebbe aver introdotto un certo bias nei risultati e limitato la potenza statistica nel rilevare differenze significative in alcuni esiti. In secondo luogo, le misure degli esiti perinatali considerati nello studio sono limitate. Gli studi futuri dovrebbero ampliare la gamma di esiti, ad esempio includendo il temperamento, che è stato riportato come sensibile agli interventi musicali postnatali (es. Lejeune et al., 2019). In terzo luogo, sebbene alle partecipanti sia stata fornita una selezione di canzoni e tracce audio, e quelle nel gruppo con Protocollo Attivo avessero anche la possibilità di espandere questa selezione in base alle proprie preferenze, le preferenze individuali non sono state valutate e prese in considerazione in modo completo. Questo potrebbe aver influenzato in particolare l'efficacia del Protocollo Attivo, in quanto le preferenze musicali individuali potrebbero influire significativamente sul coinvolgimento e sul piacere delle madri nelle attività prescritte. Infine, il ricorso a misure auto-riferite per valutare il benessere materno e l'attaccamento potrebbe essere soggetto a limitazioni intrinseche, come il bias di desiderabilità sociale e il bias di ricordo, che potrebbero vincolare le speculazioni sulle traiettorie della salute mentale a livello sintomatico, sull'esperienza emotiva e sulla transizione alla genitorialità durante il periodo perinatale.

In conclusione, il presente studio fornisce preziose informazioni sugli effetti condivisi e distinti degli interventi prenatali passivi e attivi sul benessere materno e fetale, evidenziando l'importanza di personalizzare le strategie di intervento in base alle preferenze individuali e allo stadio perinatale.

Bibliografia

- Abera, M., Hanlon, C., Daniel, B., Tesfaye, M., Workicho, A., Girma, T., et al. (2024). Effects of relaxation interventions during pregnancy on maternal mental health, and pregnancy and newborn outcomes: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 19:e0278432. doi: 10.1371/journal.pone.0278432
- Accortt, E. E., Cheadle, A. C. D., and Dunkel Schetter, C. (2015). Prenatal depression and adverse birth outcomes: an updated systematic review. *MCHJ* 19, 1306–1337. doi: 10.1007/s10995-014-1637-2
- Ahmadi, M., Rahimi, F., Rosta, F., AlaviMajd, H., and Valiani, M. (2019). Effect of progressive muscle relaxation training on postpartum blues in high-risk pregnant women. *J. Holist Nurs. Midwifery* 29, 192–199. doi: 10.32598/JHNM.29.4.192
- Arenillas-Alcón, S., Arenillas-Alcón, S., Ribas-Prats, T., Puertollano, M., Mondéjar-Segovia, A., Gómez-Roig, M. D., et al. (2023). Prenatal daily musical exposure is associated with enhanced neural representation of speech fundamental frequency: evidence from neonatal frequency-following responses. *Dev. Sci.* 26:e13362. doi: 10.1111/desc.13362
- Arya, R., Chansoria, M., Konanki, R., and Tiwari, D. K. (2012). Maternal music exposure during pregnancy influences neonatal behaviour: an open-label randomized controlled trial. *Int. J. Pediatr.* 2012, 1–6. doi: 10.1155/2012/901812
- Baltacı, N., and Başer, M. (2022). The effect of lullaby intervention on anxiety and prenatal attachment in women with high-risk pregnancy: a randomized controlled study. *Complement. Med. Res.* 29, 127–135. doi: 10.1159/000520139
- Bastani, F., Hidarnia, A., Kazemnejad, A., Vafaei, M., and Kashanian, M. (2005). A randomized controlled trial of the effects of applied relaxation training on reducing anxiety and perceived stress in pregnant women. *J. Midwifery Womens Health* 50, e36– e40. doi: 10.1016/j.jmwh.2004.11.008
- Bedaso, A., Adams, J., Peng, W., and Sibbritt, D. (2021). The relationship between social support and mental health problems during pregnancy: a systematic review and meta-analysis. *Reprod. Health* 18, 1–23. doi: 10.1186/s12978-021-01209-5
- Beevi, Z., Low, W. Y., and Hassan, J. (2017). The effectiveness of hypnosis intervention for labor: an experimental study. *Am. J. Clin. Hypn.* 60, 172–191. doi: 10.1080/00029157.2017.1280659
- Branjerdpong, G., Meredith, P., Wilson, T., and Strong, J. (2021). Maternal–fetal attachment: associations with maternal sensory processing, adult attachment, distress and perinatal loss. *J. Child Fam. Stud.* 30, 528–541. doi: 10.1007/s10826-020-01876-1
- Branson Dame, K., Jazz Harvey, M., Aichele, S., Kralewski Van Denburg, A., Hoyer, L., Joslin, S., et al. (2024). Movement through motherhood: exploring mood, wellbeing, and prenatal emotional availability (EA) through EA-based dance intervention. *Infant Ment. Health J.* 45, 22–39. doi: 10.1002/imhj.22093
- Cai, C., Busch, S., Wang, R., Sivak, A., and Davenport, M. H. (2022). Physical activity before and during pregnancy and maternal mental health: a systematic review and metaanalysis of observational studies. *J. Affect. Disord.* 309, 393–403. doi: 10.1016/j.jad.2022.04.143
- Carolan, M., Barry, M., Gamble, M., Turner, K., and Mascareñas, Ó. (2012). The Limerick lullaby project: an intervention to relieve prenatal stress. *Midwifery* 28, 173–180. doi: 10.1016/j.midw.2010.12.006

Çatalgöl, Ş., and Ceber Turfan, E. (2022). The effects of music therapy applied to pregnant women on maternal, fetal, and neonatal results: a randomized controlled study. *Health Care Women Int.* 43, 448–464. doi: 10.1080/07399332.2021.1944150

Christensen, J. F., Gaigg, S. B., and Calvo-Merino, B. (2018). I can feel my heartbeat: dancers have increased interoceptive accuracy. *Psychophysiology* 55:e13008. doi: 10.1111/psyp.13008

Chuntharapat, S., Petpitchetian, W., and Hatthakit, U. (2008). Yoga during pregnancy: effects on maternal comfort, labor pain and birth outcomes. *Complement. Ther. Clin. Pract.* 14, 105–115. doi: 10.1016/j.ctcp.2007.12.007

Condon, J. T. (1993). The assessment of antenatal emotional attachment: development of a questionnaire instrument. *J. Med. Psychol.* 66, 167–183. doi: 10.1111/j.2044-8341.1993.tb01739.x

Condon, J. T., and Corkindale, C. J. (1998). The assessment of parent-to-infant attachment: development of a self-report questionnaire instrument. *J. Reprod. Infant Psychol.* 16, 57–76. doi: 10.1080/02646839808404558

Corbijn Van Willenswaard, K., Lynn, F., McNeill, J., McQueen, K., Dennis, C. L., Lobel, M., et al. (2017). Music interventions to reduce stress and anxiety in pregnancy: a systematic review and meta-analysis. *BMC Psychiatry* 17, 271–279. doi: 10.1186/s12888-017-1432-x

Costa, D. D., Rippen, N., Dritsa, M., and Ring, A. (2003). Self-reported leisure-time physical activity during pregnancy and relationship to psychological well-being. *J. Psychosom. Obstet. Gynecol.* 24, 111–119. doi: 10.3109/01674820309042808

Cox, J. L., Chapman, G., Murray, D., and Jones, P. (1996). Validation of the Edinburgh postnatal depression scale (EPDS) in non-postnatal women. *J. Affect. Disord.* 39, 185–189. doi: 10.1016/0165-0327(96)00008-0

Cox, J. L., Holden, J. M., and Sagovsky, R. (1987). Detection of postnatal depression: development of the 10-item Edinburgh postnatal depression scale. *Br. J. Psych.* 150, 782–786. doi: 10.1192/bj.p.150.6.782

Dadi, A. F., Miller, E. R., Bisetegn, T. A., and Mwanri, L. (2020). Global burden of antenatal depression and its association with adverse birth outcomes: an umbrella review. *BMC Public Health* 20, 1–16. doi: 10.1186/s12889-020-8293-9

Diabelková, J., Rimárová, K., Urdzík, P., Dorko, E., Houžvičková, A., Andraščíková, Š., et al. (2022). Risk factors associated with low birth weight. *Cent. Eur. J. Public Health* 30, S43–S49. doi: 10.21101/cejph.a6883

Duhn, L. (2010). The importance of touch in the development of attachment. *Adv. Neonatal Care* 10, 294–300. doi: 10.1097/ANC.0b013e3181fd2263

Fancourt, D., and Perkins, R. (2017). Associations between singing to babies and symptoms of postnatal depression, wellbeing, self-esteem and mother-infant bond. *Public Health* 145, 149–152. doi: 10.1016/j.puhe.2017.01.016

Fawcett, E. J., Fairbrother, N., Cox, M. L., White, I. R., and Fawcett, J. M. (2019). The prevalence of anxiety disorders during pregnancy and the postpartum period: a multivariate Bayesian meta-analysis. *JCP* 80:1181. doi: 10.4088/JCP.18r12527

Feldman, R. (2015). The adaptive human parental brain: implications for children's social development. *TINS* 38, 387–399. doi: 10.1016/j.tins.2015.04.004

García González, J., Miranda, M. V., García, F. M., Ruiz, T. P., Gascón, M. M., Mullor, M. R., et al. (2017). Effects of prenatal music stimulation on fetal cardiac state, newborn anthropometric measurements and vital signs of pregnant women: a randomized controlled trial. *Complement. Ther. Clin. Pract.* 27, 61–67. doi: 10.1016/J.CTCP.2017.03.004

Ghorbannejad, S., Mehdizadeh Tourzani, Z., and Kabir, K. (2022). The effectiveness of Jacobson's progressive muscle relaxation technique on maternal, fetal and neonatal outcomes in women with non-severe preeclampsia: a randomized clinical trial. *Heliyon* 8:e09709. doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09709

Gluckman, P. D., Buklijas, T., and Hanson, M. A. (2016). The developmental origins of health and disease (DOHaD) concept: past, present, and future. The epigenome and developmental origins of health and disease. ed. N. J. Smelser (Academic Press), 1–15. doi: 10.1016/B978-0-12-801383-0.00001-3

Gökşin, İ., and Ayaz-Alkaya, S. (2020). The effect of progressive muscle relaxation on the postpartum depression risk and general comfort levels in primiparas. *Stress. Health* 36, 322–329. doi: 10.1002/smj.2921

Goldsmith, R. L., Bloomfield, D. M., and Rosenwinkel, E. T. (2000). Exercise and autonomic function. *CAD* 11, 129–135. doi: 10.1097/00019501-200003000-00007

Gunning, M. D., Denison, F. C., Stockley, C. J., Ho, S. P., Sandhu, H. K., and Reynolds, R. M. (2010). Assessing maternal anxiety in pregnancy with the state-trait anxiety inventory (STAI): issues of validity, location and participation. *J. Reprod. Infant Psychol.* 28, 266–273. doi: 10.1080/02646830903487300

Han, J., Cong, S., Sun, X., Xie, H., Ni, S., Wu, Y., et al. (2024). The effect of music intervention on depression in perinatal women: a systematic review. *Heliyon* 10:e38476. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e38476

Hart, R., and McMahon, C. A. (2006). Mood state and psychological adjustment to pregnancy. *Arch. Womens Ment. Health* 9, 329–337. doi: 10.1007/s00737-006-0141-0

Huang, H.-C., Sung, F. C., Chen, P. C., Chang, C. Y. Y., Muo, C. H., Shiue, H. S., et al. (2017). Obstetric outcomes in pregnant women with and without depression: population-based comparison. *Sci. Rep.* 7:13937. doi: 10.1038/s41598-017-14266-3

Huizink, A. C. R., de Medina, P. G., Mulder, E. J., Visser, G. H., and Buitelaar, J. K. (2003). Stress during pregnancy is associated with developmental outcome in infancy. *J. Child Psychol. Psychiatry* 44, 810–818. doi: 10.1111/1469-7610.00166

Jha, S., Salve, H. R., Goswami, K., Sagar, R., and Kant, S. (2018). Burden of common mental disorders among pregnant women: a systematic review. *AJP* 36, 46–53. doi: 10.1016/j.ajp.2018.06.020

Kang, J., Scholp, A., and Jiang, J. J. (2018). A review of the physiological effects and mechanisms of singing. *J. Voice* 32, 390–395. doi: 10.1016/j.jvoice.2017.07.008

Ko, J. Y., Farr, S. L., Dietz, P. M., and Robbins, C. L. (2012). Depression and treatment among US pregnant and nonpregnant women of reproductive age, 2005–2009. *J. women's health.* 21, 830–836.

La Rosa, V. L., Geraci, A., Iacono, A., and Commodari, E. (2024). Affective touch in preterm infant development: neurobiological mechanisms and implications for child– caregiver attachment and neonatal care. *Children* 11:1407. doi: 10.3390/children11111407

Langley-Evans, S. C. (2006). Developmental programming of health and disease. *Proc. Nutr. Soc.* 65, 97–105. doi: 10.1079/PNS2005478

Langley-Evans, S. C. (2015). Nutrition in early life and the programming of adult disease: a review. *J. Hum. Nutr. Diet.* 28, 1–14. doi: 10.1111/jhn.12212

Lejeune, F., Lordier, L., Pittet, M. P., Schoenhals, L., Grandjean, D., Hüppi, P. S., et al. (2019). Effects of an early postnatal music intervention on cognitive and emotional development in preterm children at 12 and 24 months: preliminary findings. *Front. Psychol.* 10:494. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00494

Lindgren, K. (2001). Relationships among maternal–fetal attachment, prenatal depression, and health practices in pregnancy. *RINAH* 24, 203–217. doi: 10.1002/nur.1023

Maul, J. J., Behnam, S., Wimberger, P., Henrich, W., and Arabin, B. (2024). Systematic review on music interventions during pregnancy in favor of the well-being of mothers and eventually their offspring. *AJOG MFM* 6:101400. doi: 10.1016/j.ajogmf.2024.101400

McFarland, J., Salisbury, A. L., Battle, C. L., Hawes, K., Halloran, K., and Lester, B. M. (2011). Major depressive disorder during pregnancy and emotional attachment to the fetus. *Arch. Womens Ment. Health* 14, 425–434. doi: 10.1007/s00737-011-0237-z

Min, W., Jiang, C., Li, Z., and Wang, Z. (2023). The effect of mindfulness-based interventions during pregnancy on postpartum mental health: a meta-analysis. *J. Affect. Disord.* 331, 452–460. doi: 10.1016/j.jad.2023.03.053

Montirocco, R., and McGlone, F. (2020). The body comes first. Embodied reparation and the co-creation of infant bodily-self. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 113, 77–87. doi: 10.1016/j.neubiorev.2020.03.003

Nwebube, C., Glover, V., and Stewart, L. (2017). Prenatal listening to songs composed for pregnancy and symptoms of anxiety and depression: a pilot study. *BMC Complement. Altern. Med.* 17, 256–255. doi: 10.1186/s12906-017-1759-3

Özdemir, K., Çevirme, A., and Başkaya, Y. (2020). Anxiety and prenatal attachment levels in pregnancy and influencing factors. *Cukurova Med. J.* 45, 502–510. doi: 10.17826/cumj.661828

Partanen, E., Kujala, T., Tervaniemi, M., and Huotilainen, M. (2013). Prenatal music exposure induces long-term neural effects. *PLoS One* 8:e78946. doi: 10.1371/journal.pone.0078946

Pelletier, C. L. (2004). The effect of music on decreasing arousal due to stress: a metaanalysis. *J. Music. Ther.* 41, 192–214. doi: 10.1093/jmt/41.3.192

Penner, F., and Rutherford, H. J. V. (2022). Emotion regulation during pregnancy: a call to action for increased research, screening, and intervention. *Arch. Womens Ment. Health* 25, 527–531. doi: 10.1007/s00737-022-01204-0

Persico, G., Antolini, L., Vergani, P., Costantini, W., Nardi, M. T., and Bellotti, L. (2017). Maternal singing of lullabies during pregnancy and after birth: effects on mother–infant bonding and on newborns’ behaviour. *Concurrent cohort study. Women Birth* 30, e214–e220. doi: 10.1016/j.wombi.2017.01.007

- Pusdekar, Y. V., Patel, A. B., Kurhe, K. G., Bhargav, S. R., Thorsten, V., Garces, A., et al. (2020). Rates and risk factors for preterm birth and low birthweight in the global network sites in six low-and middle-income countries. *Reprod. Health* 17, 1–16. doi: 10.1186/s12978-020-01029-z
- Rajeswari, S., and Sanjeeva Reddy, N. (2020). Efficacy of progressive muscle relaxation on pregnancy outcome among anxious Indian primi mothers. *Iran. J. Nurs. Midwifery Res.* 25, 23–30. doi: 10.4103/ijnmr.IJNMR_207_18
- Rochanah, S., Idriani, I., and Sulaeman, S. (2020). The effect of talk, touch, and combination of both talk and touch stimulation on movement and fetal heart rate among mothers with high-risk pregnancy. *IJNHS* 3, 200–206. doi: 10.35654/ijnhs.v3i1.283
- Sacchi, C., Miscioscia, M., Visentin, S., and Simonelli, A. (2021). Maternal–fetal attachment in pregnant Italian women: multidimensional influences and the association with maternal caregiving in the infant’s first year of life. *BMC Pregnancy Childbirth* 21, 1–8. doi: 10.1186/s12884-021-03964-6
- Salisbury, A., Law, K., LaGasse, L., and Lester, B. (2003). Maternal-fetal attachment. *JAMA* 289:1701. doi: 10.1001/jama.289.13.1701
- Sanfilippo, K. R. M., Stewart, L., and Glover, V. (2021). How music may support perinatal mental health: an overview. *Arch. Womens Ment. Health* 24, 831–839. doi: 10.1007/s00737-021-01178-5
- Scopesi, A., Viterbori, P., Sponza, S., and Zucchinetti, P. (2004). Assessing mother-to-infant attachment: the Italian adaptation of a self-report questionnaire. *J. Reprod. Infant Psychol.* 22, 99–109. doi: 10.1080/0264683042000205963
- Spielberger, C. D., Gonzalez-Reigosa, F., Martinez-Urrutia, A., Natalicio, L. F., and Natalicio, D. S. (1971). The state-trait anxiety inventory. *Rev. Interam. Psicol./Interam. J. Psychol.* 5, 145–158.
- Sun, Y., Huang, K., Hu, Y., Yan, S., Xu, Y., Zhu, P., et al. (2019). Pregnancy-specific anxiety and elective cesarean section in primiparas: a cohort study in China. *PLoS One* 14:e0216870. doi: 10.1371/journal.pone.0216870
- Takács, L., Štípl, J., Gartstein, M., Putnam, S. P., and Monk, C. (2021). Social support buffers the effects of maternal prenatal stress on infants’ unpredictability. *Early Hum. Dev.* 157:105352. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2021.105352
- Teixeira, C., Figueiredo, B., Conde, A., Pacheco, A., and Costa, R. (2009). Anxiety and depression during pregnancy in women and men. *J. Affect. Disord.* 119, 142–148. doi: 10.1016/j.jad.2009.03.005
- Urech, C., Fink, N. S., Hoesli, I., Wilhelm, F. H., Bitzer, J., and Alder, J. (2010). Effects of relaxation on psychobiological wellbeing during pregnancy: a randomized controlled trial. *Psychoneuroendocrinol.* 35, 1348–1355. doi: 10.1016/j.psyneuen.2010.03.008
- Vander Weele, T. J., and Ding, P. (2017). Sensitivity analysis in observational research: introducing the E-value. *Ann. Intern. Med.* 167, 268–274. doi: 10.7326/M16-260
- Ventura, T., Gomes, M. C., and Carreira, T. (2012). Cortisol and anxiety response to a relaxing intervention on pregnant women awaiting amniocentesis. *Psychoneuroendocrinol.* 37, 148–156. doi: 10.1016/j.psyneuen.2011.05.016
- Wulff, V., Hepp, P., Wolf, O. T., Balan, P., Hagenbeck, C., Fehm, T., et al. (2021). The effects of a music and singing intervention during pregnancy on maternal well-being and mother–infant

bonding: a randomised, controlled study. Arch. Gynecol. Obstet. 303, 69–83. doi:
10.1007/s00404-020-05727-8