



HAL
open science

Programme Bouge Grossesse : une application smartphone pour améliorer l'activité physique quotidienne chez les femmes enceintes

Pandora James

► **To cite this version:**

Pandora James. Programme Bouge Grossesse : une application smartphone pour améliorer l'activité physique quotidienne chez les femmes enceintes. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-02953430

HAL Id: dumas-02953430

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02953430>

Submitted on 30 Sep 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Programme Bouge Grossesse : une application smartphone pour améliorer l'activité physique quotidienne chez les femmes enceintes.

Introduction : Pendant la grossesse, l'activité physique diminue considérablement et peut entraîner une augmentation de la prise de poids pendant la grossesse, un poids de naissance plus élevé et diverses comorbidités obstétricales. Il a été démontré que l'activité physique réduit les risques obstétricaux tels que l'hypertension artérielle gravidique, le diabète gestationnel, les lombalgies et les césariennes et a l'avantage d'augmenter les accouchements physiologiques. Différentes stratégies ont été évaluées pour améliorer l'activité physique pendant la grossesse, mais peu d'entre elles ont donné des résultats significatifs, notamment les interventions numériques de santé.

Objectif : Notre but était d'évaluer l'impact d'une application pour smartphone qui a été développée pour augmenter l'activité physique quotidienne chez les femmes enceintes.

Méthodes : Nous avons mené une étude prospective contrôlée et randomisée. Nous avons inclus 250 femmes enceintes dans un groupe d'intervention (n=125) où les femmes ont été invitées à télécharger l'application " Bouge Grossesse ", et le même nombre de femmes dans un groupe de contrôle (n=125) en utilisant une application Placebo. L'application Bouge Grossesse du groupe intervention était un programme de coaching et incluait un podomètre. L'application Placebo comportait uniquement un podomètre. Le critère de jugement principal a été défini comme une augmentation quotidienne de 2000 pas/jour ou 10 000 pas/semaine entre la semaine 1 (S1) et la semaine 12 (S12). Les critères de jugement secondaires étaient le nombre de pas au cours du troisième trimestre de la grossesse et l'évolution de la qualité de vie mesurée par le score de l'OMS (évaluation du bien-être général), le score EIFEL (évaluation des lombalgies) et l'échelle de Spiegel (évaluation de la qualité du sommeil). Les résultats secondaires concernaient également les impacts maternels et fœtaux (terme et mode d'accouchement, poids de naissance, score APGAR, diabète gestationnel, hémorragie du post-partum).

Résultats : Les patientes ont été recrutés entre août 2017 et février 2019. Nous avons constaté une augmentation significative du nombre de pas dans le groupe intervention (65,9 % de réussite contre 19,4 % dans le groupe placebo, $p < 0,001$). Concernant les objectifs secondaires, le score EIFEL était significativement plus faible dans le groupe succès (2,1 vs 5,7, $p = 0,046$). Aucune différence

significative n'a été constatée dans les scores de Spiegel et OMS. Nous avons constaté que le nombre moyen de pas quotidiens au cours du troisième trimestre était significativement plus élevé dans le groupe intervention (6837,9 contre 4126,2, $p < 0,001$). Nous n'avons pas trouvé de différences significatives concernant sur les complications maternelles et fœtales.

Conclusion : L'utilisation d'une intervention numérique de santé appelée " Bouge Grossesse " a augmenté de manière significative l'activité physique chez les femmes enceintes dans notre étude, mais ces résultats doivent être confirmés par des études futures compte tenu du nombre élevé de données manquantes.

Mots clés : Activité physique, grossesse, santé numérique, sédentarité, application smartphone

THESE DE DOCTORAT EN MEDECINE

DIPLOME D'ETAT

Année : 2020

Thèse présentée par :

Madame Pandora JAMES

Née le 6 janvier 1992 à Manchester

Thèse soutenue publiquement le 15 septembre 2020

Titre de la thèse :

Programme Bouge Grossesse : une application smartphone pour améliorer l'activité physique quotidienne chez les femmes enceintes

Président Mr le Professeur MERVIEL Philippe

Membres du jury Mme le Professeur KERLAN Véronique

Mr le Professeur SARAUX Alain

Mr le Docteur MULLER Matthieu

Mme le Docteur BOUEE Sarah

UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE
FACULTE DE MEDECINE ET DES SCIENCES DE LA SANTE DE BREST

Doyens honoraires

FLOCH Hervé (†)
LE MENN Gabriel (†)
SENECAIL Bernard
BOLES Jean-Michel
BIZAIS Yves (†)
DE BRAEKELEER Marc (†)

Doyen

BERTHOU Christian

Professeurs émérites

BOLES Jean-Michel	Réanimation
BOTBOL Michel	Pédopsychiatrie
CENAC Arnaud	Médecine interne
COLLET Michel	Gynécologie obstétrique
JOUQUAN Jean	Médecine interne
LEFEVRE Christian	Anatomie
LEHN Pierre	Biologie cellulaire
MOTTIER Dominique	Thérapeutique
YOUINOU Pierre	Immunologie

Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers en surnombre

OZIER Yves	Anesthésiologie-réanimation
-------------------	-----------------------------

Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers de Classe Exceptionnelle

BERTHOU Christian	Hématologie
COCHENER-LAMARD Béatrice	Ophtalmologie
DEWITTE Jean-Dominique	Médecine et santé au travail

FEREC Claude
FOURNIER Georges
GENTRIC Armelle
GILARD Martine
GOUNY Pierre
LE MEUR Yannick
LE NEN Dominique
MANSOURATI Jacques
MERVIEL Philippe
MISERY Laurent
NONENT Michel
REMY-NERIS Olivier
ROBASZKIEWICZ Michel
SALAUN Pierre-Yves
SARAUX Alain
TIMSIT Serge
WALTER Michel

Génétique
Urologie
Gériatrie et biologie du vieillissement
Cardiologie
Chirurgie vasculaire
Néphrologie
Chirurgie orthopédique et traumatologique
Cardiologie
Gynécologie obstétrique
Dermato-vénéréologie
Radiologie et imagerie médicale
Médecine physique et réadaptation
Gastroentérologie
Biophysique et médecine nucléaire
Rhumatologie
Neurologie
Psychiatrie d'adultes

Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers de 1ère Classe

AUBRON Cécile
BAIL Jean-Pierre
BERNARD-MARCORELLES Pascale
BEZON Éric
BLONDEL Marc
BRESSOLLETTE Luc
CARRE Jean-Luc
COUTURAUD Francis
DE PARSCAU DU PLESSIX Loïc
DELARUE Jacques
DEVAUCHELLE-PENSEC Valérie
DUBRANA Frédéric
FENOLL Bertrand
GIROUX-METGES Marie-Agnès
HU Weiguo

HUET Olivier
KERLAN Véronique

LACUT Karine
LEROYER Christophe
MARIANOWSKI Rémi
MONCLA Anne
MONTIER Tristan
NEVEZ Gilles
PAYAN Christopher
PRADIER Olivier
SIZUN Jacques

Réanimation
Chirurgie digestive
Anatomie et cytologie pathologiques
Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
Biologie cellulaire
Médecine vasculaire
Biochimie et biologie moléculaire
Pneumologie
Pédiatrie
Nutrition
Rhumatologie
Chirurgie orthopédique et traumatologique
Chirurgie infantile
Physiologie
Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique
Anesthésiologie-réanimation
Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
Thérapeutique
Pneumologie
Oto-rhino-laryngologie
Génétique
Biologie cellulaire
Parasitologie et mycologie
Bactériologie-virologie
Cancérologie
Pédiatrie

STINDEL Éric

Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication

VALERI Antoine

Urologie

Professeurs des Universités – Praticiens Hospitaliers de 2ème Classe

ABGRAL Ronan

Biophysique et médecine nucléaire

ANSART Séverine

Maladies infectieuses

BEN SALEM Douraied

Radiologie et imagerie médicale

BROCHARD Sylvain

Médecine physique et réadaptation

BRONSARD Guillaume

Pédopsychiatrie

CORNEC Divi

Rhumatologie

GENTRIC Jean-Christophe

Radiologie et imagerie médicale

HERY-ARNAUD Geneviève

Bactériologie-virologie

L'HER Erwan

Réanimation

LE GAC Gérald

Génétique

LE MARECHAL Cédric

Génétique

LE ROUX Pierre-Yves

Biophysique et médecine nucléaire

LIPPERT Éric

Hématologie

NOUSBAUM Jean-Baptiste

Gastroentérologie

RENAUDINEAU Yves

Immunologie

SEIZEUR Romuald

Anatomie

THEREAUX Jérémie

Chirurgie digestive

TROADEC Marie-Bérengère

Génétique

Professeurs des Universités de Médecine Générale

LE FLOC'H Bernard

LE RESTE JEAN-YVES

Professeur des Universités Associé de Médecine Générale (à mi-temps)

BARRAINE Pierre

CHIRON Benoît

Professeur des Universités

BORDRON Anne

Biologie cellulaire

Professeur des Universités Associé (à mi-temps)

METGES Jean-Philippe Cancérologie

Maîtres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers Hors Classe

JAMIN Christophe Immunologie
MOREL Frédéric Biologie et médecine du développement et de la reproduction

Maîtres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers de 1ère Classe

BRENAUT Emilie Dermato-vénéréologie
CORNEC-LE GALL Emilie Néphrologie
DE VRIES Philine Chirurgie infantile
DOUET-GUILBERT Nathalie Génétique
HILLION Sophie Immunologie
LE BERRE Rozenn Maladies infectieuses
LE GAL Solène Parasitologie et mycologie
LE VEN Florent Cardiologie
LODDE Brice Médecine et santé au travail
MAGRO Elsa Neurochirurgie
MIALON Philippe Physiologie
PERRIN Aurore Biologie et médecine du développement et de la reproduction
PLEE-GAUTIER Emmanuelle Biochimie et biologie moléculaire
QUERELLOU Solène Biophysique et médecine nucléaire
SCHICK Ulrike Cancérologie
TALAGAS Matthieu Histologie, embryologie et cytogénétique
UGUEN Arnaud Anatomie et cytologie pathologiques
VALLET Sophie Bactériologie-virologie

Maîtres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers de 2ème Classe

BERROUIGUET Sofian Psychiatrie d'adultes
GUILLOU Morgane Addictologie
ROBIN Philippe Biophysique et médecine nucléaire
ROUE Jean-Michel Pédiatrie
SALIOU Philippe Épidémiologie, économie de la santé et prévention
TROMEUR Cécile Pneumologie

Maîtres de Conférences de Médecine Générale

NABBE Patrice

Maîtres de Conférences Associés de Médecine Générale (à mi-temps)

BARAIS Marie
BEURTON-COURAUD Lucas
DERRIENNIC Jérémy

Maîtres de Conférences des Universités de Classe Normale

BERNARD Delphine	Biochimie et biologie moléculaire
BOUSSE Alexandre	Génie informatique, automatique et traitement du signal
DANY Antoine	Épidémiologie et santé publique
DERBEZ Benjamin	Sociologie démographique
LE CORNEC Anne-Hélène	Psychologie
LANCIEN Frédéric	Physiologie
LE CORRE Rozenn	Biologie cellulaire
MIGNEN Olivier	Physiologie
MORIN Vincent	Électronique et informatique

Maître de Conférences Associé des Universités (à temps complet)

MERCADIE Lolita	Rhumatologie
------------------------	--------------

Praticiens Hospitaliers Universitaires

BEAURUELLE Clémence	Bactériologie virologie
CHAUVEAU Aurélie	Hématologie biologique
KERFANT Nathalie	Chirurgie plastique
THUILLIER Philippe	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques

Attaché temporaire d'enseignement et de recherche

GUELLEC-LAHAYE Julie Marie-Charlotte	Biochimie et biologie moléculaire
---	-----------------------------------

Professeurs certifiés / agrégés du second degré

MONOT Alain
RIOU Morgan

Français
Anglais

Professeurs agrégés du Val-de-Grâce (Ministère des Armées)

NGUYEN BA Vinh
DULOU Renaud

Anesthésie-réanimation
Neurochirurgie

Maîtres de Stages Universitaires - Référents (Ministère des Armées)

LE COAT Anne
SCELLOS Olivia

Médecine générale / Urgence
Médecine générale

Remerciements

Je tiens à remercier le Pr Philippe MERVIEL pour avoir présidé le jury de ma thèse et pour m'avoir donné de nombreux conseils depuis le début de mon internat à Brest.

Je remercie le docteur Matthieu MULLER, directeur de cette thèse, pour son aide précieuse, son écoute, sa disponibilité et ses conseils tout au long de la rédaction de ma thèse.

Je remercie également le Pr Véronique KERLAN de m'avoir fait l'honneur de faire partie du jury, et aussi pour les conseils et les connaissances que j'ai pu acquérir en stage dans son service.

Je tiens à remercier le Pr Alain SARAUX de m'avoir fait l'honneur de faire partie du jury également.

Merci à Dr Sarah BOUEE pour sa disponibilité, sa gentillesse et pour son envie de transmettre.

Merci au Dr et sage-femme Roman MORGANT pour tout le travail fourni en amont de ma thèse, sans tout le travail effectué au préalable pour sa thèse, la mienne n'existerait pas.

Un grand merci à l'équipe du secrétariat de Gynécologie du Centre Hospitalier de Morlaix pour leur gentillesse et leur aide concernant les dossiers à sortir des archives et pour le déroulement des inclusions.

Je remercie Mme COURTOIS-COMMUNIER, Mme LALLIER, Mme NICOLAS, Mme BERTEL et Mr NOWAK qui ont répondu avec disponibilité à mes questions.

Merci à toutes les équipes que j'ai pu rencontrer au fil des différents stages, tant aux secrétaires, qu'aux auxiliaires, qu'aux aides-soignantes, qu'aux infirmières, qu'aux sages-femmes et aux médecins. Ils m'ont appris énormément de choses.

Merci à toute l'équipe d'Assistance Médicale à la Production et de Biologie De la Reproduction, pour leur accueil et leur gentillesse.

Merci à mes co-internes que j'ai rencontré à Lannion, à Morlaix, en Endocrinologie et à Morvan de façon générale.

Merci à mes co-internes de Gynécologie Médicale et aussi mes co-internes de Gynéco-Obstétrique, pour leur bonne humeur et tous les bons moments qu'on a passé ensemble.

A Pierrick, merci de rendre ces années en médecine plus amusantes, et merci pour ton soutien.

J'en profite pour remercier ma famille et ma belle-famille, de votre soutien et vos encouragements tout au long de ces années passées en médecine et pour les années qu'il me reste. Merci à ma grand-mère, Mary, ancienne sage-femme, qui m'a encouragé à devenir médecin. Merci à mes sœurs, Esmé et Molly, pour les années qu'on a vécu ensemble à Brest.

Finalement, merci à toutes celles et ceux que j'ai pu croiser depuis 2010, ma première année de médecine.

TABLE DES MATIERES

PREMIÈRE PARTIE	13
INTRODUCTION SUR L'ACTIVITÉ PHYSIQUE AU COURS DE LA GROSSESSE	13
BIBLIOGRAPHIE	17
DEUXIÈME PARTIE : ARTICLE ORIGINAL	19
ABSTRACT	20
FULL ARTICLE	22
<i>Introduction</i>	22
<i>Material and methods</i>	23
<i>Results</i>	26
<i>Discussion</i>	31
<i>Conclusion</i>	34
<i>Funding</i>	34
REFERENCES	35
ANNEXES	44
ANNEXE 1 : TABLE 1 : INCLUSION AND EXCLUSION CRITERIA	44
ANNEXE 2 : WHO SCORE	45
ANNEXE 3 : EIFEL SCORE	46
ANNEXE 4 : SPIEGEL SCORE	47
SERMENT D'HIPPOCRATE	49

Première partie

Introduction sur l'activité physique au cours de la grossesse

L'activité physique est par définition toute activité responsable d'une augmentation de la dépense énergétique. Par opposition l'inactivité physique est une quantité insuffisante d'activité physique, de moins de 30 minutes d'activité physique modérée par jour ⁽¹⁾. La sédentarité, définie par un état d'éveil associé à une dépense énergétique très faible, est un problème de santé publique mondial puisque 31% des adultes manquaient d'activité physique en 2008 (hommes 28% et femmes 34%) et 3,2 millions de décès chaque année sont attribuables au manque d'exercice ⁽²⁾. Les raisons de la sédentarité sont diverses. Les loisirs sont de nos jours constitués d'activités sédentaires et il y a peu de pratique d'activité physique. D'autre part les professions sont de plus en plus sédentaires. Finalement l'utilisation de modes de transports réduisant le niveau d'activité physique (voiture, bus...) contribue en grande partie à cette baisse d'activité physique quotidienne. De plus certains facteurs peuvent décourager la pratique d'activité physique comme la violence urbaine, la forte densité de circulation, la pauvre qualité de l'air, l'absence de parcs, trottoirs ou d'installations sportives dans les villes ⁽²⁾.

Chez l'adulte, la pratique d'une activité physique régulière permet une réduction du risque de développer une hypertension artérielle, une maladie cardiovasculaire, un diabète, un cancer du sein et du colon, une dépression, et une réduction du risque de chute. Il permet une amélioration de l'état osseux et un meilleur contrôle du poids ⁽¹⁾.

Les recommandations actuelles selon l'OMS pour les adultes de 18 à 64 ans sont une pratique hebdomadaire de 150 minutes d'activité d'endurance d'intensité modérée ou au moins 75 minutes d'activité d'endurance d'intensité soutenue, ou une combinaison équivalente. L'activité d'endurance doit être pratiquée par périodes d'au moins 10 minutes. Pour pouvoir en retirer des bénéfices supplémentaires sur le plan de la santé, les adultes devraient augmenter leur activité d'endurance d'intensité modérée de façon à atteindre 300 minutes par semaine ou pratiquer 150 minutes par semaine d'activité d'endurance d'intensité soutenue ou combinaison équivalente. Des exercices de renforcement musculaire sont recommandés au moins deux jours par semaine ⁽³⁾.

Pendant la grossesse il semblerait que l'activité physique soit aussi bénéfique. Historiquement, au XVIIIème siècle, il existait une volonté de protéger la femme enceinte des

risques d'avortement et d'accouchement prématuré par diminution des déplacements et des gestes pendant la grossesse, et ainsi éviter tout risque de chute ⁽⁴⁾. Cependant cela concernait majoritairement les femmes des classes les plus aisées. Dans les milieux populaires, on ne recommandait pas le repos, mais surtout parce qu'on ne pouvait pas se le permettre : les femmes enceintes de ces milieux travaillaient jusqu'à l'accouchement ⁽⁵⁾. Ainsi Dr Jean Astruc écrivait en 1770, que les paysannes qui travaillaient jusqu'à leur terme « ont des grossesses et des couches heureuses » ⁽⁶⁾ en faveur de bénéfices de l'activité physique pendant la grossesse.

D'après une étude de Magro-Malosso et al. ⁽⁷⁾ la pratique d'une activité physique aérobie pendant 30 à 60 min, 2 à 7 fois par semaine permet une diminution du risque d'hypertension artérielle gravidique et d'accouchement par césarienne. D'autre part, selon Wang et al. ⁽⁸⁾ la pratique de vélo, débuté précocement, et pendant 30 min 3 fois par semaine dans une population de femmes enceintes en surpoids ou obèses est associé à une diminution du risque de développer un diabète gestationnel. Le début précoce de l'activité physique pendant la grossesse semble contribuer à un gain pondéral plus faible. De plus il n'a pas été montré d'augmentation du risque d'accouchement prématuré et au contraire on retrouverait une augmentation modérée de la fréquence des accouchements physiologiques chez les femmes pratiquant une activité physique pendant leur grossesse ⁽⁹⁾. Par ailleurs, on ne semble pas retrouver d'augmentation du risque d'accouchement prématuré, ni d'augmentation du nombre d'hospitalisations pendant la grossesse et on voit une diminution du risque d'accouchement par césarienne ⁽¹⁰⁾.

La sédentarité et l'inactivité physique semblent être des facteurs de risque de comorbidités obstétricales. Il existe une tendance à l'augmentation du taux de sédentarité pendant la grossesse puisque 50% du temps est consacré à des activités sédentaires pendant la grossesse ⁽¹¹⁾. La grossesse est le moment idéal pour encourager des modes de vie sains car les femmes enceintes sont plus réceptives pour la santé de leur enfant à venir. L'activité physique est donc recommandée pendant la grossesse s'il n'y a pas de contre-indications.

Les recommandations canadiennes publiées en 2019 ⁽¹²⁾ conseillent au moins 150 minutes d'activité physique par semaine avec toutefois certaines contre-indications à l'activité physique pendant la grossesse, telles que la rupture des membranes, le travail prématuré ou des saignements vaginaux persistants inexpliqués. Les conditions de pratique de l'activité physique sont également à prendre en compte car il n'est pas recommandé de pratiquer une activité physique par temps chaud. Les activités physiques présentant un risque de contact physique ou de chute (sports d'équipe, équitation, etc.) ne sont pas recommandées. En outre,

la plongée est formellement contre-indiquée pendant la grossesse ⁽¹³⁾. De plus, il n'est pas recommandé de pratiquer une activité physique à haute altitude (au-dessus de 2500 m) chez les patients qui vivent habituellement à basse altitude sans période d'acclimatation ⁽¹⁴⁾. La pratique d'une activité physique de compétition doit être évaluée et supervisée par un obstétricien professionnel. Il est nécessaire de maintenir une bonne hydratation et une nutrition adéquate lors de la pratique d'une activité physique pendant la grossesse. Les recommandations américaines sont globalement similaires ⁽¹⁵⁾.

Contre-indications absolues	Contre-indication relatives
Rupture des membranes	Fausse couches à répétition
Menace d'accouchement prématuré	HTA gravidique
Métrorragies inexplicables persistantes	Antécédent d'accouchement prématuré
Placenta prævia après 28 SA	Pathologie cardiovasculaire ou respiratoire mineure ou modérée
Pré-éclampsie	Anémie symptomatique
Incompétence cervicale	Trouble du comportement alimentaire
Retard de croissance intra-utérin	Dénutrition
Grossesse multiple	Grossesse gémellaire après 28 SA
Diabète de type 1 non contrôlé	
HTA non contrôlée	
Dysthyroïdie non contrôlée	
Autre pathologie cardiovasculaire, respiratoire ou systémique sévère	

Tableau 1. Recommandations canadiennes sur l'activité physique pendant la grossesse (2019) ⁽¹²⁾

Dans une revue de la littérature en cours de publication ⁽¹⁶⁾, réalisée par une équipe de notre centre (How to promote physical activity during pregnancy : a systematic review, James P, Morgant R, Merviel P, Saroux A, Giroux-Metges MA, Guillodo Y, Dupré PF, Muller M, 2020), nous avons retrouvé une grande variabilité dans les méthodes de promotion de l'activité physique telles que les entretiens individuels et de groupe, les supports multimédias ou papiers et enfin les applications pour smartphone. Globalement, cette étude a montré que les différentes méthodes de promotion de l'activité physique avaient un faible impact sur

l'augmentation de l'activité physique chez ces femmes enceintes et que d'autres études plus poussées sont nécessaires.

Nous avons mis en place l'étude Bouge Grossesse pour tenter d'accompagner les femmes enceintes dans la pratique d'une activité physique régulière pendant leur grossesse. Cette étude sera envoyée pour publication dans la revue : British Journal of Sports and Medicine.

Bibliographie

1. OMS : Stratégie mondiale pour l'alimentation, l'exercice physique et la santé (<https://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/fr/>)
2. OMS : La sédentarité: un problème de santé publique mondial (https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_inactivity/fr/)
3. OMS : Recommandations mondiales en matière d'activité physique pour la santé (<https://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/9789241599979/fr/>)
4. Lettres, publiées par C.Perroud, Paris, Imprimerie Nationale, t. 1 : 1780-1787, lettre à son mari, 8 février 1781 dans
5. Le vécu de la grossesse aux XVIIIe et XIXe siècles en France, Emmanuelle Berthiaud
6. ASTRUC Jean, Traité des maladies des femmes, Paris,1770 ; Chap. X.
7. Magro-Malosso ER, Saccone G, Di Tommaso M, Roman A, Berghella V. Exercise during pregnancy and risk of gestational hypertensive disorders: a systematic review and meta-analysis. Acta Obstet Gynecol Scand. août 2017;96(8):921-31.
8. Wang C, Wei Y, Zhang X, Zhang Y, Xu Q, Sun Y, et al. A randomized clinical trial of exercise during pregnancy to prevent gestational diabetes mellitus and improve pregnancy outcome in overweight and obese pregnant women. Am J Obstet Gynecol. Avr 2017 ; 216 (4) :340-51
9. Poyatos-León R, García-Hermoso A, Sanabria-Martínez G, Álvarez-Bueno C, Sánchez-López M, Martínez-Vizcaíno V. Effects of exercise during pregnancy on mode of delivery: a meta-analysis. Acta Obstet Gynecol Scand. oct 2015;94(10):1039-47
10. Tinloy J, Chuang CH, Zhu J, Pauli J, Kraschnewski JL, Kjerulff KH. Exercise during pregnancy and risk of late preterm birth, cesarean delivery, and hospitalizations. Womens Health Issues Off Publ Jacobs Inst Womens Health. févr 2014;24(1):e99-104.
11. Fazzi C, Saunders DH, Linton K, Norman JE, Reynolds RM. Sedentary behaviours during pregnancy: a systematic review. Int J Behav Nutr Phys Act. 16 mars 2017;14(1):32.)

12. Davenport MH, Ruchat S-M, Mottola MF, Davies GA, Poitras VJ, Gray CE, et al. 2019 Canadian Guideline for Physical Activity Throughout Pregnancy: Methodology. *J Obstet Gynaecol Can.* 2018 Nov 1;40(11):1468–83.
13. ARESUB, Grossesse et plongée, Dr C.BEZANSON (<https://aresub.pagesperso-orange.fr/medecinesubaquatique/medecineplongee/cipathogrossesse.htm>)
14. Entin PL, Coffin L. Physiological basis for recommendations regarding exercise during pregnancy at high altitude. *High Alt Med Biol.* 2004;5(3):321-334. doi:10.1089/ham.2004.5.321
15. Artal R, O'Toole M, White S. Guidelines of the American College of Obstetricians and Gynecologists for exercise during pregnancy and the postpartum period. *Br J Sports Med.* 2003 Feb;37(1):6–12.
16. How to promote physical activity during pregnancy : a systematic review, James P, Morgant R, Merviel P, Saraux A, Giroux-Metges MA, Guillodo Y, Dupré PF, Muller M, *Journal of Gynecology Obstetrics and Human Reproduction*, 2020

Deuxième partie : article original

Bouge Grossesse program : a mobile Health application to promote physical activity for pregnant women

Authors :

- Pandora JAMES, Resident, Department of Gynecology and obstetrics, University hospital of Brest, France
- Matthieu MULLER (MD), Department of Gynecology and obstetrics, Hospital of Morlaix, France
- Philippe MERVIEL (PhD), Department of Gynecology and obstetrics, University hospital of Brest, France
- Véronique KERLAN (PhD), Department of Endocrinology, University hospital of Brest, France
- Alain SARAUX (PhD), Department of Rheumatology, University hospital of Brest, France
- Sarah BOUEE (MD), Department of Gynecology and obstetrics, University hospital of Brest, France

Abstract

Introduction : During pregnancy physical activity decreases considerably and can cause increased gestational weight gain, greater birthweight and various obstetrical comorbidities. Physical activity has been shown to reduce obstetrical risks such as gestational hypertension, gestational diabetes mellitus, low back pain and cesarean delivery and has the benefit of increasing normal deliveries. Different strategies have been evaluated to improve physical activity during pregnancy but few have demonstrated significant results, including mobile health (mHealth) interventions.

Objective : Our aim was to evaluate the impact of a smartphone application which was developed to increase daily physical activity in pregnant women.

Methods : We conducted a prospective randomized controlled study. We enrolled 250 pregnant women into an intervention group (n=125) where women were instructed to download the « Bouge Grossesse » application, and the same number of women into a control group (n=125) using a Placebo application. The intervention application consisted of a coaching program and a pedometer. The Placebo application consisted of a pedometer only. Primary outcome was defined as a daily increase of 2000 steps/day or 10 000 steps/week between week 1 (W1) and week 12 (W12). Secondary outcomes were the number of steps during the third trimester of pregnancy and the evolution of quality of life measured by WHO score (general well-being evaluation), EIFEL score (low back pain assessment) and Spiegel scale (assessment of sleep quality). Secondary outcome also concerned maternal and fetal outcomes (term of delivery and mode of delivery, birthweight, APGAR score, gestational diabetes mellitus, postpartum hemorrhage).

Results : Patients were enrolled between August 2017 and February 2019. We found a significant increase in the number of steps in the intervention group (65.9% success vs 19.4% in the placebo group, $p < 0.001$). Concerning secondary outcomes, the EIFEL score was significantly lower in the success group (2.1 vs 5.7, $p = 0.046$). There were no significant differences in the Spiegel and WHO scores. We found the mean number of daily steps during the third trimester was significantly higher in the intervention group (6837.9 vs 4126.2, $p < 0.001$). We did not find any significant differences in maternal and fetal outcomes.

Conclusion : The use of a mobile health intervention called « Bouge Grossesse » significantly increased physical activity in pregnant women in our study but these results need to be confirmed by future studies considering the high number of premature study terminations.

Key words : Physical activity, pregnancy, mHealth, sedentary lifestyles, smartphone application

Introduction

Currently, there is a trend towards an increase in the rate of sedentary lifestyles during pregnancy given that pregnant women spend more than 50% of their time in sedentary behavior ⁽¹⁾. Physical activity (PA) decreases drastically from pregnancy diagnosis to 3 months postpartum ⁽²⁻⁴⁾. Up to 58% of women do not achieve the recommended amount of activity to be considered physically active during pregnancy ⁽⁵⁾. This decrease in physical activity has a certain number of consequences such as increased gestational weight gain and greater birthweight ⁽¹⁾. Increased gestational weight gain is associated with negative outcomes for maternal and child health, both in the short term (gestational diabetes mellitus, pre-eclampsia, large for gestational age newborns, and cesarean delivery) and in the long term (postpartum weight retention and obesity in the offspring) ⁽⁶⁻¹¹⁾.

During pregnancy, PA has demonstrated a certain number of benefits : it reduces the risk of gestational hypertension, gestational diabetes mellitus, low back pain, caesarean delivery and levels the chances of a normal delivery ⁽¹²⁻¹⁸⁾. According to international guidelines it is recommended to practice at least 150 minutes of PA per week ⁽¹⁹⁻²²⁾. However, 83% of medical practitioners are not aware of these recommendations ⁽²³⁾. Furthermore, face-to-face interventions are time-consuming and resource-consuming and their accessibility can be limited ^(24,25). In a systematic review of randomized controlled trials that measured the efficacy of a PA intervention targeted at pregnant women, only three out of nine interventions reported statistically and clinically significant results for increasing PA. However, in this review no unique strategy or technique was consistently identified as associated with positive outcomes ⁽²⁶⁾. Thus, randomized controlled trials to test effective PA promotion intervention strategies for pregnant women are urgently needed.

Increasing ownership of smartphones provides an opportunity for scalable digital interventions aimed at changing behaviors, including those that aim to increase PA. In France, 75% of inhabitants own a smartphone and the number increases up to 98% in younger inhabitants aged 18 to 24 years-old ⁽²⁷⁾. Before the age of 40, a person spends significantly more time on the Internet than in front of the television, and this gap tends to widen with time ⁽²⁷⁾. In the USA, smartphone ownership in young women has continued to increase since 2015 (86% of 18-29 year olds and 83% of 30-49 year olds in 2015 versus 96% of 18-29 year olds and 92% of 30-49 year olds in 2018) ⁽²⁸⁾. Digital behavior change interventions have been shown to increase PA in general adult population ⁽²⁹⁾. The benefits of such mobile phone health

(mHealth) programs are that they can be delivered anywhere at any time, they are interactive, and they can be tailored to meet people's needs. Several reviews have concluded that mHealth programs may be effective in achieving behavioral changes and weight loss ^(30,31). mHealth interventions may therefore also be effective in promoting a healthy lifestyle and gestational weight gain control in pregnant women ⁽³²⁾. Additionally, mHealth programs offer a potential solution to provide support for pregnant women in general, since mobile phones are commonly accessible, regardless of socioeconomic status ⁽³²⁾. Nevertheless, to date, mHealth interventions aiming to promote PA during pregnancy are rare ⁽³³⁾. Therefore, further studies are needed to determine the utility of mHealth interventions to increase physical activity during pregnancy.

The aim of this study was to evaluate the impact of a mobile phone application, called "Bouge Grossesse", specifically developed to increase daily physical activity in pregnant women.

Material and methods

Material

Study population

All women beginning a single pregnancy without complications in the department of Finistère (Region of Brittany, France). Inclusion and exclusion criteria are shown in Table 1 in appendix.

The "Bouge Grossesse" application

The "Bouge Grossesse" mobile phone application, created by the company Coaching Sport Santé (C2S), is a coaching program with the aim of encouraging pregnant women to engage in regular physical activity during pregnancy. This application has been developed by different experts: medical experts in sports medicine, gynecology and obstetrics, computing experts and experts in training and coaching. Bouge Grossesse is an extension of the BOUGE application. The application is composed firstly of a mobile phone application (compatible with versions 5s and above for i-phones and/or versions higher than 4.1 for Android) which tracks physical activity (via a pedometer). Secondly, a computer platform collects raw data from the person's mobile phone and then sends back to this phone the aggregated activity data (graphs and activity curves) and a personalized coaching plan (weekly mini-goals and regular push notifications) according to social cognitive theory (SCT) ⁽³⁴⁾. The digital coaching of the BOUGE application takes place in 2 phases: the first phase is a diagnosis phase which consists of the counting of daily steps with the pedometer, as well as a personality and ability-to-change

questionnaire. In the second phase, physical activity is prescribed with a new goal every week. The user is informed and guided on a daily basis with regular notifications, SMS, and e-mails. The goals are reviewed weekly. Physical activity data is accessible on the smartphone but also on a computer or digital tablet. In France, the BOUGE application has been granted Class 1 medical device status by the French National Agency for the Safety of Medicines and Health Products (ANSM). The Bouge Grossesse application has been developed specifically for pregnant women based on the BOUGE application. Information and exercise demonstrations have also been added.

Methods

Main objective

The main objective of this study was to evaluate the impact of the "Bouge Grossesse" program during 12 weeks of personalized coaching starting at 15 weeks' gestation on the increase in daily physical activity of women with a single non-complicated pregnancy. The duration of this program was chosen considering the studies published on physical activity in pregnant women ⁽³⁵⁾.

Secondary objectives

Secondary objectives were to compare average steps in pregnant women between women receiving PA coaching and those who weren't, to evaluate the impact of the "Bouge Grossesse" program during the 3rd trimester of pregnancy and to evaluate the impact of the program on obstetrical outcomes (term of delivery and mode of delivery, birthweight, APGAR score, gestational diabetes mellitus, postpartum hemorrhage), on low back pain, sleep quality and general well-being.

Outcomes

The primary outcome was defined by either success or failure. Success was defined by a daily increase of 2000 steps/day between day 1 and day 90 (or 10,000 steps per week between week 1 (W1) and week 12 (W12)).

Secondary outcomes were the number of daily steps during the third trimester of pregnancy, the evaluation of quality of life during pregnancy via several questionnaires : quality of sleep (Spiegel scale), level of general well-being (WHO score), intensity and impact of low back pain (EIFEL score) and finally obstetrical outcomes (term of delivery and mode of delivery, birthweight, APGAR score, gestational diabetes mellitus, postpartum hemorrhage).

The WHO score is composed of 5 questions rated from 0 to 5 concerning general well-being. The total score is the sum of the scores for each question multiplied by 4 and a maximum score of 100 reflects the patient's well-being. A score of less than 50 may help to screen patients at risk for depression. The Spiegel score is composed of 6 questions concerning the quality of sleep over the last 2 nights. The score ranges from 0 (min) to 30 (max) and a score below 18 indicates a sleep disorder. The Eifel score is composed of 24 closed questions on low back pain. A high score indicates that low back pain has a significant impact on daily life. Scores are shown in appendix.

Study design

We conducted a prospective, randomized controlled, open-label, multicenter study. Patients were enrolled at the end of the first trimester ultrasound consultation, i.e. between 11 and 15 weeks' gestation, by the practitioner who performed the ultrasound examination (in order to have confirmation of a single pregnancy) in the consultation departments of Brest University Hospital Center, Morlaix Hospital Center, Quimper Hospital center and Keraudren Clinic. The study and its design were presented to the practitioners at informational meetings and during individual interviews. Patients were recruited according to inclusion and exclusion criteria and, after signing a written consent form, received a free activation key that allowed them to download the "Bouge Grossesse" application on their smartphone. Patients were then randomized in two parallel arms : the control group, in which there was no intervention from the mobile application other than the display of the number of steps taken during the day. In the intervention group, in addition to displaying the number of steps, the patients received information sent by the application via push notifications and e-mails: this is called computerized coaching. The entire procedure, that is, coaching to increase PA and therefore the number of steps per day, is computer-calculated; there is no direct personal or medical intervention. The duration of the coaching program was 12 weeks. The evaluation of the primary outcome was carried out at W12, that is, the end of the coaching program. At W12, women in the intervention group received notifications (push notifications and e-mails) to maintain their physical activity level while the control group did not receive any information other than the display of the number of steps. Questionnaires evaluating sleep quality, low back pain and general well-being were completed by the patients at baseline and at W12 in both groups.

Statistics

We calculated that a cohort of 250 patients divided into two groups was necessary. A control group of 125 patients was equipped with the mobile application " Bouge Grossesse

Placebo", without the coaching program. An intervention group of 125 patients was equipped with the mobile application "Bouge Grossesse", containing the coaching program.

Determination of the sample size was made on the hypothesis that 5% of patients in the control group would achieve a difference of 2000 steps per day, between baseline and day 90 (D90), whereas 20% of patients in the intervention group would achieve that difference at W12, that is the end of the second trimester of pregnancy. The success rates obtained in the 2 groups were compared using a Chi-2 test or Fisher test if necessary. The quantitative criteria (scores) were compared using an analysis of covariance with adjustment to the initial value. In the case of obvious deviations from the normality of the variable under study, a non-parametric Wilcoxon was used. Data was analyzed with the intention to treat to take into account missing, unused or invalid data.

The Ethics Committee of Brest University Hospital Center gave its approval for the implementation of this study. All patients were informed of the study design and provided written informed consent before inclusion. Confidentiality clauses were established according to applicable regulations. The "Bouge Grossesse" applications were provided free of charge by C2S. Data processing was carried out by the Clinical Investigation Centre of Brest University Hospital Center (independently from C2S).

Results

The study took place between August 25th 2017 and February 27th 2019. We enrolled 250 patients who were randomized and assigned to either an intervention group (n=125) or a placebo group (n=125) (**Figure 1**). Baseline characteristics were similar in both groups (**Table 2**).

Figure 1. Flow chart

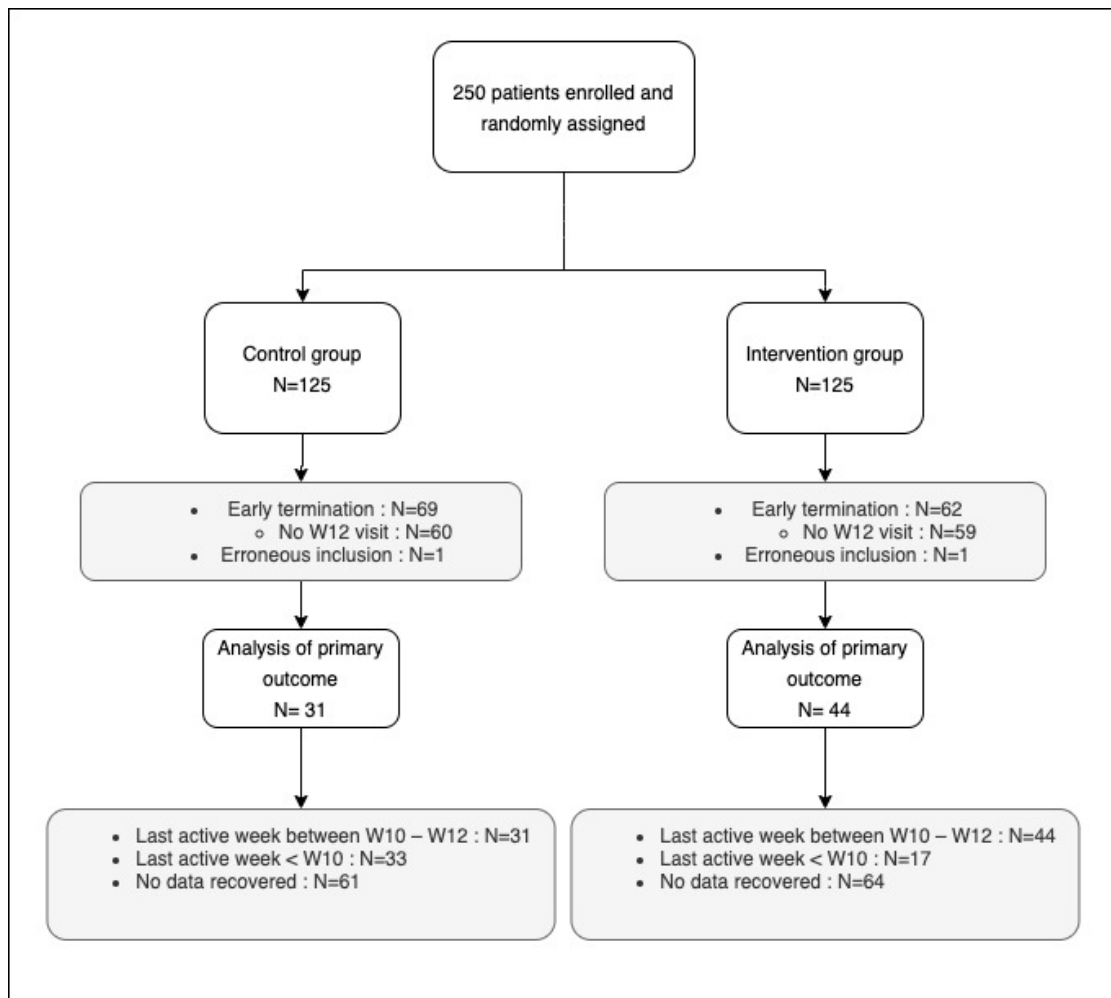


Figure 1 : Flow chart

Study outcomes could not be assessed in 69 patients in the placebo group and 62 patients in the intervention group due to early termination of the study. Early termination of the study was applied if W12 visit data was not recovered. Early termination concerned 60 patients in the control group and 59 patients in the intervention group. For 12 patients no information was recovered on the reason for the early termination. Last active week was determined by the last week in which steps were recorded. In 45 patients in the control group and 31 patients in the intervention group the last active week was recorded between S10 and S12. Furthermore, delay between visits at W1 and W12 was heterogenous and was of 119 days maximum for the main outcome to be evaluated.

The primary outcome was analyzed in 31 patients in the control group and 44 patients in the intervention group. Primary outcome which was daily increase of 2000 steps/day between W1 and W12 was significantly higher ($p<0.001$) in the intervention group with 65.9% (n=29) of patients versus 19.4% (n=6) of patients in the control group (**Table 3**).

Table 2. Baseline characteristics

Variable	Class	Overall population (N=250)	Placebo group (N=125)	Intervention group (N=125)	p-value*
Age (years)	N	249	125	124	
	Mean \pm SD	29.6 \pm 4.54	29.9 \pm 4.35	29.3 \pm 4.73	0.320*
	Median (q1-q3)	29.0 (27.0; 33.0)	30.0 (27.0; 33.0)	29.0 (26.0; 32.5)	
	Min-Max	19.0;41.0	19.0;40.0	19.0;41.0	
Weight (kg)	N	243	122	121	
	Mean \pm SD	66.4 \pm 13.66	65.2 \pm 12.85	67.7 \pm 14.38	0.220**
	Median (q1-q3)	64.0 (56.0; 73.0)	64.0 (56.0; 71.0)	65.0 (57.0; 75.0)	
	Min-Max	43.0;120.0	44.0;120.0	43.0;105.0	
Height (cm)	N	246	125	121	
	Mean \pm SD	164.6 \pm 6.65	165.0 \pm 6.43	164.2 \pm 6.86	0.329**
	Median (q1-q3)	165 (160; 168)	165 (160; 168)	165 (160; 168)	
	Min-Max	150.0;188.0	150.0;184.0	150.0;188.0	
BMI (kmg/m ²)	N	243	122	121	
	Mean \pm SD	24.5 \pm 4.81	23.9 \pm 4.22	25.1 \pm 5.29	0.090**
	Median (q1-q3)	23.5 (21.0; 26.8)	23.1 (20.9; 26.0)	24.4 (21.2; 28.0)	
	Min-Max	16.8;40.6	17.6;36.9	16.8;40.6	
BMI category	No data	7	3	4	
	Underweight ($< 18,5$ kg/m ²)	11 (4.5%)	5 (4.1%)	6 (5%)	0.238^
	Normal (18,5 – 24,99 kg/m ²)	140 (57.6%)	78 (63.9%)	62 (51.2%)	
	Overweight (25 – 29,99 kg/m ²)	59 (24.3%)	26 (21.3%)	33 (27.3%)	
	Obese (≥ 30 kg/m ²)	33 (13.6%)	13 (10.7%)	20 (16.5%)	
WHO score	N	239	120	119	
	Mean \pm SD	60.3 \pm 16.29	60.5 \pm 16.46	60.1 \pm 16.17	0.838**
	Median (q1-q3)	64.0 (52.0; 72.0)	62.0 (52.0; 72.0)	64.0 (52.0; 72.0)	
	Min-Max	4.0;100.0	4.0;96.0	16.0;100.0	

Variable	Class	Overall population (N=250)	Placebo group (N=125)	Intervention group (N=125)	p-value*
EIFEL score	N	237	119	118	
	Mean ± SD	1.8 ±3.21	1.7 ±3.10	1.9 ±3.33	0.459**
	Median (q1-q3)	0.0 (0.0; 2.0)	0.0 (0.0; 2.0)	0.0 (0.0; 3.0)	
	Min-Max	0.0;21.0	0.0;19.0	0.0;21.0	
SPIEGEL score	N	245	124	121	
	Mean ± SD	20.1 ±4.08	20.0 ±4.38	20.1 ±3.77	0.854**
	Median (q1-q3)	20.0 (17.0; 23.0)	20.0 (17.0; 23.0)	20.0 (18.0; 23.0)	
	Min-Max	9.0;30.0	9.0;30.0	11.0;27.0	
Number of steps/week	N	126	64	62	
	Mean ± SD	17181 ±11292.0	18436 ±11591.1	15885 ±10916.7	0.141**
	Median (q1-q3)	15004 (9739; 21516)	16073 (11215; 23398)	13201 (7964; 21002)	
	Min-Max	0.0;65843	1568.0;65843	0.0;45728	

* Student test or ** Mann-Whitney/Wilcoxon test for quantitative variables ; ^Chi2 test or #Fisher test for qualitative variables.

Table 3 : Principal outcome

		Placebo group	Intervention group	p-value*
Daily increase of 2000 steps/day or 10 000 steps/week between W1-W12 (last active week between W10-W12)	Missing data	94	81	
	« Failure »	25 (80.6%)	15 (34.1%)	<0.001^
	« Success »	6 (19.4%)	29 (65.9%)	

^Chi2 test

In the secondary outcomes analysis, the EIFEL score was significantly lower in the success group (2.1 vs 5.7, $p=0.046$) reflecting a decreased rate of low back pain. WHO and Spiegel scores were not significantly different (**table 4**).

Table 4. Secondary outcome : Score analysis

Variable	Class	Increase of 10 000 steps between W1 and last active week		Adjusted difference~ IC (95%)	p-value ~
		« Failure »	« Success »		
WHO score	N	11	16		
	Mean ± SD	62.6 ±22.51	68.8 ±8.91	2.94	0.524
	Median (q1-q3)	68.0 (36.0; 76.0)	68.0 (64.0; 74.0)	[-6.47 ;12.36]	
	Min-Max	20.0;92.0	44.0;84.0		
EIFEL score	N	11	16		
	Mean ± SD	5.7 ±6.97	2.1 ±3.70	-2.13	0.046
	Median (q1-q3)	3.0 (0.0; 12.0)	0.5 (0.0; 2.5)	[-4.22 ; -0.05]	
	Min-Max	0.0;18.0	0.0;13.0		
SPIEGEL score	N	11	16		
	Mean ± SD	18.9 ±6.01	18.3 ±4.03	-1.17	0.494
	Median (q1-q3)	20.0 (14.0; 23.0)	19.5 (16.5; 21.0)	[-4.63 ;2.29]	
	Min-Max	7.0;27.0	8.0;24.0		

~ Ancova adjusted to W1 value (p-value and adjusted difference)

The mean number of daily steps during the last active week was significantly higher in the intervention group (6837.9 vs 4126.2, $p < 0.001$).

Term of delivery and mode of delivery, birthweight, APGAR score, gestational diabetes mellitus, postpartum hemorrhage data did not show any significant differences between both groups (data not shown).

Table 5 : Secondary outcome : mean daily steps

Variable	Class	Overall population (N=76)	Placebo group (N=31)	Intervention group (N=45)	Adjusted difference~ IC (95%)	p- value~
Mean daily steps at last active week	Missing data	1	0	1		
	N	75	31	44		
	Mean ± SD	5717.0 ±3907.48	4126.2 ±3562.80	6837.9 ±3782.85	3086.53	<0.001
	Median (q1-q3)	4502.4 (2804.8; 7738.2)	3496.8 (2345.4; 4502.4)	6709.0 (4019.1; 9583.6)	[1946,0;4227,1]	
	Min-Max	298.4;19386	298.4;19386	1899.2;17159		

Variable	Class	Overall population (N=76)	Placebo group (N=31)	Intervention group (N=45)	Adjusted difference~ IC (95%)	p- value~
Evolution of daily steps between first and last measure	Missing data	1	0	1		
	N	75	31	44		
	Mean ± SD	2066.2 ±2848.29	273.3 ±2522.67	3329.3 ±2360.42	3086.53	<0.001
	Median (q1-q3)	1783.2 (314.4; 3398.0)	154.8 (-522.2; 929.6)	2870.9 (1586.0; 4440.1)	[1946,0;4227,1]	
	Min-Max	-7590;10281	-7590;6226.6	70.2;10281		

~ Ancova adjusted to W1 value (p-value and adjusted difference)

Discussion

Our study is the first randomized controlled trial evaluating the effectiveness of an application to increase physical activity in pregnant women. Only Choi et al. in 2016 had carried out a randomized study on this topic but it was a feasibility study⁽³⁵⁾. The study demonstrated that it was difficult to include pregnant women in a physical activity program via a smartphone application. As the study was not designed for this purpose, the authors did not demonstrate the effectiveness of such a program. Concerning the main objective of our study, we highlighted a significant difference in the success rate in the intervention group versus the control group ($p < 0.001$). One of the main limitations of our study is the high percentage of missing data due to early termination of the study, of about 50% in both groups, due to the compliance with the program.

This mHealth implementation problem is found in numerous studies^(36–38), particularly in perinatology^(33,39). Various strategies can be put into place to increase user adherence and therefore render the use of this new technology more effective^(34,39–42). In the systematic review of literature by Payne et al., social cognitive theory is the most widely used method in mobile applications to attempt to influence behavioral change⁽³⁴⁾. In this literature review, feedback⁽⁴⁰⁾, real-time⁽⁴¹⁾ and self-determination⁽⁴³⁾, are the methods most commonly used by physical activity applications to try to induce a change in behavior⁽³⁴⁾. Regarding perinatology, in the scoping review by Mildon et al. on the use of mobile phones to induce behavioral change identifies four possible approaches: direct messaging, voice counseling, job aid applications and interactive media⁽³⁹⁾. The use of these different techniques by the “Bouge Grossesse” program (feedback, real-time, self-determination, direct messaging) may have helped to obtain

such results. However, the large number of patients who did not complete this program should encourage us to reflect on a better and more optimal use of this application. Indeed, mHealth has shown a certain number of advantages (reduces visits to health care settings and professionals, reduces waiting time before visits ⁽³⁸⁾, decreases the amount of therapist time needed for usual care ⁽⁴⁴⁾, encourages self-monitoring ⁽⁴⁴⁾, improves patient monitoring ^(45,46), increases medication adherence ⁽⁴⁷⁻⁴⁹⁾, etc.) but it cannot replace the human relationship between patient and doctor that is built during a consultation ^(50,51). mHealth apps are tools with great potential that are still underused, but they should remain only a tool in the therapeutic arsenal. Their use should enable the optimization of medical care, particularly in the context of healthcare services such as therapeutic education ⁽⁵²⁾. Therapeutic education sessions are classically time constrained, limited in human resources compared to health professionals and expensive (46). Numerous literature reviews have demonstrated the value of technology-supported lifestyle interventions in dietary counseling for healthy pregnant women ⁽³²⁾, in type 2 diabetes mellitus ⁽⁵³⁾ and in gestational diabetes mellitus ⁽⁴⁶⁾. We plan to use the “Bouge Grossesse” application to promote and monitor our patients' physical activity as part of therapeutic education sessions focused on physical activity during pregnancy.

While the use of the “Bouge Grossesse” application significantly increased physical activity in pregnant women, we did not find any evidence of beneficial effects on pregnancy or fetal outcomes. To our knowledge, currently mHealth studies have not found any positive impact on pregnancy or fetal outcomes. Li et al., in their meta-analysis concerning the impact of technology-supported lifestyle interventions on maternal-fetal outcomes in women with gestational diabetes mellitus, found a positive effect on blood glucose levels and gestational weight gain but no effect on other maternal-fetal outcomes ⁽⁴⁶⁾. The systematic review by Dol et al. investigating the perinatal effects of the use of mHealth showed that mHealth is associated with increased antenatal and postnatal maternal contact, but was unable to conclude on any maternal-fetal benefit ⁽⁵⁰⁾. Similarly, Daly et al. ⁽³³⁾ and Van Den Heuvel et al. ⁽⁵⁴⁾ in their review of literature concerning the perinatal impact of mobile apps, were unable to conclude, given the limited data, the heterogeneity of interventions, of data and results. More recently, WHO has published recommendations on digital interventions for health system strengthening ⁽⁵⁵⁾. Concerning studies on behavior change communication in mHealth, they recommend developing and testing the proposed solutions with local partners ensuring that they are tailored to the target population. They recommend the use of technology already familiar to the target users and to allocate sufficient time for behavior change. Finally, they recommend carrying out efficacy studies (with rigorous methodology) and cost-effectiveness studies.

It is questionable whether the type of PA in the “Bouge Grossesse” program (walking) could be responsible for the lack of perinatal impact observed in our study and that a different, more sustained, type of physical activity may have had a beneficial effect on pregnancy. In a recent review of literature by Connolly et al. concerning walking during pregnancy shows a number of benefits to this type of physical activity ⁽⁵⁶⁾. First, walking is the easiest and safest type of physical activity to implement. Physical barriers (low back pain ⁽⁵⁷⁾, nausea ⁽⁵⁸⁾, fatigue ⁽⁵⁹⁾), environmental barriers (lack of time ⁽⁶⁰⁾, childcare ⁽⁶¹⁾, professional activity ⁽⁶²⁾, lack of physical activity program ⁽⁶³⁾, weather ⁽⁶⁴⁾) and psychosocial barriers (conflicting advice ⁽⁶⁵⁾, lack of support ⁽⁶⁶⁾, concern for baby ⁽⁶⁷⁾, lack of motivation ⁽⁵⁷⁾, body image ⁽⁶⁴⁾, lack of confidence ⁽⁶⁸⁾) limit pregnant women's commitment to physical activity ⁽⁶⁹⁾. First, the implementation of walking as preferential physical activity for pregnant women is one way to remove these barriers. Physiological changes during pregnancy, such as increased ligament hyperlaxity and anatomical changes resulting in the risk of falling (shift in the center of gravity), must be taken into account when choosing appropriate physical activity for pregnant women. For these reasons, walking on flat and even surfaces seems to be the most advisable form of physical activity for pregnant women. If walking is the recommended type of physical activity for reasons of simplicity and safety, does it have beneficial effects on pregnancy? Walking during pregnancy, especially brisk walking, has been shown to reduce the risk of gestational diabetes mellitus ⁽⁷⁰⁾, pre-eclampsia ⁽⁷¹⁾ and reduce gestational weight gain ⁽⁷²⁾. Finally, integrating walking as the baseline physical activity in a mobile health application presents the possibility of combining different techniques to increase walking in pregnant women. The first technique concerns interventions based on health behavior theories such as social cognitive theory (feedback, real time) and the theory of planned behavior (self-monitoring, self-determination) ⁽⁵⁶⁾. Secondly, mHealth provides a supervised intervention program to improve compliance ^(73,74). Smartphone technology offers the ability to measure the number of steps per day, which is particularly useful for self-reporting and self-monitoring ⁽⁵⁶⁾.

The “Bouge Grossesse” application offers a physical activity program based on walking. Our study defined an increase in the daily step count as the main judgement criterion. However, all international guidelines on physical activity during pregnancy are not based on a daily step count but on the duration of physical activity and this is an important limitation of our study ^(19–22). Aside the use of physical activity questionnaires, which have known limitations, it is difficult to monitor physical activity in a scientific way. Many studies use the daily step count to define an exercise level ^(75–81). Harrison et al. demonstrated that compared to the accelerometer, the pedometer gives a more reliable estimation of physical activity during pregnancy, whereas the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) is less accurate

in this situation ⁽⁸²⁾. On a European scale, the daily step count is respectively 10600 in Switzerland ⁽⁸³⁾, 8032 in Norway ⁽⁷⁸⁾, 7958 in Finland ⁽⁷⁶⁾, 9063 in Spain ⁽⁷⁷⁾, 8341 in Denmark ⁽⁸⁰⁾, 9731 in Czech Republic ⁽⁸⁴⁾ and 7889 in France ⁽⁸¹⁾. Choi et al. in their feasibility study regarding physical activity during pregnancy ⁽³⁵⁾ established a goal of a 10% increase in the weekly step count up to 8500 steps per day, 5 days per week. Mottola et al. report an average daily step count in overweight or obese pregnant women of 5677 ⁽⁷⁵⁾. In France, in 2016, women aged 18 to 64 years old were performing an average of 7,512 steps per day. In the light of these results and of our population, it seemed to us both wise and reasonable to take an increase of 2000 steps per day, 5 days a week, as the main judgement criterion.

Conclusion

Choi et al. demonstrated in 2016 the feasibility of using mobile health as an intervention medium to increase PA in pregnant women ⁽³⁵⁾. Our study shows, with the limits that we have outlined given the high number of premature study terminations, that mHealth can be a useful tool for promoting and increasing PA in pregnant women. Our study was not designed to show an obstetric and neonatal impact. We did not find any significant difference in maternal-fetal outcomes. Future studies on this topic should focus on demonstrating the impact of this type of application on perinatal outcomes.

Funding

The supply of "Bouge Grossesse" programs and "Placebo" applications, computer and technical monitoring, statistical processing of data was performed by C2S.

References

1. Fazzi C, Saunders DH, Linton K, Norman JE, Reynolds RM. Sedentary behaviours during pregnancy: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* [Internet]. 2017 Mar 16 [cited 2019 Jun 18];14. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5353895/>
2. Fell D. The Impact of Pregnancy on Physical Activity Level. *Matern Child Health J* [Internet]. 2009 [cited 2020 Mar 8];13(597). Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10995-008-0404-7>
3. Lindqvist M, Lindkvist M, Eurenus E, Persson M, Mogren I. Change of lifestyle habits – Motivation and ability reported by pregnant women in northern Sweden. *Sex Reprod Healthc.* 2017 Oct;13:83–90.
4. Schmidt T, Heilmann T, Savelsberg L, Maass N, Weisser B, Eckmann-Scholz C. Physical Exercise During Pregnancy – How Active Are Pregnant Women in Germany and How Well Informed? *Geburtshilfe Frauenheilkd.* 2017 May;77(05):508–15.
5. Leavitt MO. *Physical Activity Guidelines for Americans.* 2008;76.
6. Fuchs F, Senat M-V, Rey E, Balayla J, Chaillet N, Bouyer J, et al. Impact of maternal obesity on the incidence of pregnancy complications in France and Canada. *Sci Rep.* 2017 Dec;7(1):10859.
7. Rasmussen KM, Catalano PM, Yaktine AL. New guidelines for weight gain during pregnancy: what obstetrician/gynecologists should know. *Curr Opin Obstet Gynecol.* 2009 Dec;21(6):521–6.
8. Goldstein RF, Abell SK, Ranasinha S, Misso M, Boyle JA, Black MH, et al. Association of Gestational Weight Gain With Maternal and Infant Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA.* 2017 Jun 6;317(21):2207.
9. Brunner S, Stecher L, Ziebarth S, Nehring I, Rifas-Shiman SL, Sommer C, et al. Excessive gestational weight gain prior to glucose screening and the risk of gestational diabetes: a meta-analysis. *Diabetologia.* 2015 Oct;58(10):2229–37.
10. Mamun AA, Mannan M, Doi SAR. Gestational weight gain in relation to offspring obesity over the life course: a systematic review and bias-adjusted meta-analysis: Gestational weight gain and offspring obesity. *Obes Rev.* 2014 Apr;15(4):338–47.
11. Mannan M, Doi SA, Mamun AA. Association between weight gain during pregnancy

and postpartum weight retention and obesity: a bias-adjusted meta-analysis. *Nutr Rev.* 2013 Jun;71(6):343–52.

12. Yu Y. Effect of exercise during pregnancy to prevent gestational diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2018;31:1632–7.

13. Magro-Malosso ER, Saccone G, Tommaso MD, Roman A, Berghella V. Exercise during pregnancy and risk of gestational hypertensive disorders: a systematic review and meta-analysis. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2017;96(8):921–31.

14. Wang C et al. A randomized clinical trial of exercise during pregnancy to prevent gestational diabetes mellitus and improve pregnancy outcome in overweight and obese pregnant women - American Journal of Obstetrics & Gynecology. *Am J Obstet Gynecol* [Internet]. 2017 Apr [cited 2019 Jun 18]; Available from: [https://www.ajog.org/article/S0002-9378\(17\)30172-2/fulltext](https://www.ajog.org/article/S0002-9378(17)30172-2/fulltext)

15. Shiri R, Coggon D, Falah-Hassani K. Exercise for the Prevention of Low Back Pain: Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Am J Epidemiol.* 2018 May 1;187(5):1093–101.

16. Poyatos-León R, García-Hermoso A, Sanabria-Martínez G, Álvarez-Bueno C, Sánchez-López M, Martínez-Vizcaíno V. Effects of exercise during pregnancy on mode of delivery: a meta-analysis. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2015;94(10):1039–47.

17. Tinloy J, Chuang CH, Zhu J, Pauli J, Kraschnewski JL, Kjerulff KH. Exercise during pregnancy and risk of late preterm birth, cesarean delivery, and hospitalizations. *Womens Health Issues Off Publ Jacobs Inst Womens Health.* 2014;24(1):e99–104.

18. Magro-Malosso ER. Exercise during pregnancy and risk of preterm birth in overweight and obese women: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2017;Scand 2017(96):263–73.

19. HAS. Prescription d'activité physique et sportive pendant la grossesse et en post-partum. 2019 Jul;

20. Davenport MH, Ruchat S-M, Mottola MF, Davies GA, Poitras VJ, Gray CE, et al. 2019 Canadian Guideline for Physical Activity Throughout Pregnancy: Methodology. *J Obstet Gynaecol Can.* 2018 Nov 1;40(11):1468–83.

21. Artal R, O'Toole M, White S. Guidelines of the American College of Obstetricians and

Gynecologists for exercise during pregnancy and the postpartum period. *Br J Sports Med*. 2003 Feb;37(1):6–12.

22. Médicosportsanté du CNOSF. Activité physique et sportive et grossesse et état post partum. 2018 Dec;

23. Watson ED, Oddie B, Constantinou D. Exercise during pregnancy: knowledge and beliefs of medical practitioners in South Africa: a survey study. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2015 Dec;15(1):245.

24. Wurz A, St-Aubin A, Brunet J. Breast cancer survivors' barriers and motives for participating in a group-based physical activity program offered in the community. *Support Care Cancer*. 2015 Aug;23(8):2407–16.

25. Koutoukidis DA, Beeken RJ, Manchanda R, Michalopoulou M, Burnell M, Knobf MT, et al. Recruitment, adherence, and retention of endometrial cancer survivors in a behavioural lifestyle programme: the Diet and Exercise in Uterine Cancer Survivors (DEUS) parallel randomised pilot trial. *BMJ Open*. 2017 Oct;7(10):e018015.

26. Pearce EE, Evenson KR, Downs DS, Steckler A. Strategies to Promote Physical Activity During Pregnancy. *Am J Lifestyle Med*. 2013 Jan;7(1):38–50.

27. Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes (ARCEP). Baromètre du numérique. 2018;18ème édition. Available from: https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/barometre-du-numerique-2018_031218.pdf

28. Smartphone ownership in the US by age 2015-2018 | Statista [Internet]. Statista.com. [cited 2020 Mar 15]. Available from: <https://www.statista.com/statistics/489255/percentage-of-us-smartphone-owners-by-age-group/>

29. Jahangiry L, Farhangi MA, Shab-Bidar S, Rezaei F, Pashaei T. Web-based physical activity interventions: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Public Health*. 2017 Nov;152:36–46.

30. Flores Mateo G, Granado-Font E, Ferré-Grau C, Montaña-Carreras X. Mobile Phone Apps to Promote Weight Loss and Increase Physical Activity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res*. 2015 Nov 10;17(11):e253.

31. Pfaeffli Dale L, Dobson R, Whittaker R, Maddison R. The effectiveness of mobile-health behaviour change interventions for cardiovascular disease self-management: A systematic

review. *Eur J Prev Cardiol*. 2016 May;23(8):801–17.

32. O'Brien OA, McCarthy M, Gibney ER, McAuliffe FM. Technology-supported dietary and lifestyle interventions in healthy pregnant women: a systematic review. *Eur J Clin Nutr*. 2014 Jul;68(7):760–6.

33. Daly LM, Horey D, Middleton PF, Boyle FM, Flenady V. The Effect of Mobile App Interventions on Influencing Healthy Maternal Behavior and Improving Perinatal Health Outcomes: Systematic Review. *JMIR MHealth UHealth*. 2018 Aug 9;6(8):e10012.

34. Payne HE, Lister C, West JH, Bernhardt JM. Behavioral functionality of mobile apps in health interventions: a systematic review of the literature. *JMIR MHealth UHealth*. 2015 Feb 26;3(1):e20.

35. Choi J, Lee J hyeon, Vittinghoff E, Fukuoka Y. mHealth Physical Activity Intervention: A Randomized Pilot Study in Physically Inactive Pregnant Women. *Matern Child Health J*. 2016 May;20(5):1091–101.

36. Heron KE, Smyth JM. Ecological momentary interventions: Incorporating mobile technology into psychosocial and health behaviour treatments. *Br J Health Psychol*. 2010 Feb;15(1):1–39.

37. Rathbone AL, Clarry L, Prescott J. Assessing the Efficacy of Mobile Health Apps Using the Basic Principles of Cognitive Behavioral Therapy: Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2017 Nov 28;19(11):e399.

38. Rathbone AL, Prescott J. The Use of Mobile Apps and SMS Messaging as Physical and Mental Health Interventions: Systematic Review. *J Med Internet Res*. 2017 Aug 24;19(8):e295.

39. Mildon A, Sellen D. Use of mobile phones for behavior change communication to improve maternal, newborn and child health: a scoping review. *J Glob Health*. 2019 Dec;9(2):020425.

40. Allen JK, Stephens J, Dennison Himmelfarb CR, Stewart KJ, Hauck S. Randomized Controlled Pilot Study Testing Use of Smartphone Technology for Obesity Treatment. *J Obes*. 2013;2013:1–7.

41. Bond DS, Thomas JG, Raynor HA, Moon J, Sieling J, Trautvetter J, et al. B-MOBILE - A Smartphone-Based Intervention to Reduce Sedentary Time in Overweight/Obese

Individuals: A Within-Subjects Experimental Trial. Edwards L, editor. PLoS ONE. 2014 Jun 25;9(6):e100821.

42. Wu AMS, Lei LLM, Ku L. Psychological needs, purpose in life, and problem video game playing among Chinese young adults. *Int J Psychol*. 2013 Aug;48(4):583–90.

43. Wu W, Dasgupta S, Ramirez EE, Peterson C, Norman GJ. Classification Accuracies of Physical Activities Using Smartphone Motion Sensors. *J Med Internet Res*. 2012 Oct 5;14(5):e130.

44. Spurgeon JA, Wright JH. Computer-Assisted Cognitive-Behavioral Therapy. *Curr Psychiatry Rep*. 2010 Dec;12(6):547–52.

45. Rivera-Romero O, Olmo A, Muñoz R, Stiefel P, Miranda ML, Beltrán LM. Mobile Health Solutions for Hypertensive Disorders in Pregnancy: Scoping Literature Review. *JMIR MHealth UHealth*. 2018 May 30;6(5):e130.

46. Li S-Y, Ouyang Y-Q, Qiao J, Shen Q. Technology-supported lifestyle interventions to improve maternal-fetal outcomes in women with gestational diabetes mellitus: A meta-analysis. *Midwifery*. 2020 Jun;85:102689.

47. Lee E, Asiimwe C, Sundaram L, Amor YB, Quinto E, Gelvin D, et al. Use of an Innovative, Affordable, and Open-Source Short Message Service–Based Tool to Monitor Malaria in Remote Areas of Uganda. *Am J Trop Med Hyg*. 2011 Jul 1;85(1):26–33.

48. Fassnacht DB, Ali K, Silva C, Gonçalves S, Machado PPP. Use of Text Messaging Services to Promote Health Behaviors in Children. *J Nutr Educ Behav*. 2015 Jan;47(1):75–80.

49. Leon N, Surender R, Bobrow K, Muller J, Farmer A. Improving treatment adherence for blood pressure lowering via mobile phone SMS-messages in South Africa: a qualitative evaluation of the SMS-text Adherence SuppoRt (StAR) trial. *BMC Fam Pract*. 2015 Dec;16(1):80.

50. Dol J, Richardson B, Tomblin Murphy G, Aston M, McMillan D, Campbell-Yeo M. Impact of mobile health (mHealth) interventions during the perinatal period for mothers in low- and middle-income countries: a systematic review. *JBHI Database Syst Rev Implement Rep*. 2019 Aug;17(8):1634–67.

51. Hughson JP, Daly JO, Woodward-Kron R, Hajek J, Story D. The Rise of Pregnancy Apps and the Implications for Culturally and Linguistically Diverse Women: Narrative Review.

JMIR MHealth UHealth. 2018 Nov 16;6(11):e189.

52. Tassone C, Keshavjee K, Paglialonga A, Moreira N, Pinto J, Quintana Y. Evaluation of mobile apps for treatment of patients at risk of developing gestational diabetes. *Health Informatics J.* 2020 Jan 8;146045821989663.

53. Haider R, Sudini L, Chow CK, Cheung NW. Mobile phone text messaging in improving glycaemic control for patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract.* 2019 Apr;150:27–37.

54. van den Heuvel JF, Groenhof TK, Veerbeek JH, van Solinge WW, Lely AT, Franx A, et al. eHealth as the Next-Generation Perinatal Care: An Overview of the Literature. *J Med Internet Res.* 2018 Jun 5;20(6):e202.

55. WHO Guideline: recommendations on digital interventions for health system strengthening [Internet]. [cited 2020 Jun 20]. Available from: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/978924155050-5>

56. Connolly CP, Conger SA, Montoye AHK, Marshall MR, Schlaff RA, Badon SE, et al. Walking for health during pregnancy: A literature review and considerations for future research. *J Sport Health Sci.* 2019 Sep;8(5):401–11.

57. Cramp AG, Bray SR. A Prospective Examination of Exercise and Barrier Self-efficacy to Engage in Leisure-Time Physical Activity During Pregnancy. *Ann Behav Med.* 2009 Jun;37(3):325–34.

58. Downs DS, Hausenblas HA. Women's Exercise Beliefs and Behaviors During Their Pregnancy and Postpartum. *J Midwifery Womens Health.* 2004 Mar 4;49(2):138–44.

59. Da Costa D, Ireland K. Perceived Benefits and Barriers to Leisure-Time Physical Activity During Pregnancy in Previously Inactive and Active Women. *Women Health.* 2013 Feb;53(2):185–202.

60. Krans EE, Chang JC. A Will Without a Way: Barriers and Facilitators to Exercise During Pregnancy of Low-Income, African American Women. *Women Health.* 2011 Nov 30;51(8):777–94.

61. Marshall ES, Bland H, Melton B. Perceived Barriers to Physical Activity Among Pregnant Women Living in a Rural Community. *Public Health Nurs.* 2013 Jul;30(4):361–9.

62. Connelly M, Brown H, van der Pligt P, Teychenne M. Modifiable barriers to leisure-time physical activity during pregnancy: a qualitative study investigating first time mother's views and experiences. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2015 Dec;15(1):100.
63. Weir Z, Bush J, Robson SC, McParlin C, Rankin J, Bell R. Physical activity in pregnancy: a qualitative study of the beliefs of overweight and obese pregnant women. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2010 Dec;10(1):18.
64. Chang M-W, Nitzke S, Buist D, Cain D, Horning S, Eghtedary K. I Am Pregnant and Want to Do Better But I Can't: Focus Groups with Low-Income Overweight and Obese Pregnant Women. *Matern Child Health J*. 2015 May;19(5):1060–70.
65. Leppänen M, Aittasalo M, Raitanen J, Kinnunen TI, Kujala UM, Luoto R. Physical Activity During Pregnancy: Predictors of Change, Perceived Support and Barriers Among Women at Increased Risk of Gestational Diabetes. *Matern Child Health J*. 2014 Nov;18(9):2158–66.
66. Cioffi J, Schmied V, Dahlen H, Mills A, Thornton C, Duff M, et al. Physical Activity in Pregnancy: Women's Perceptions, Practices, and Influencing Factors. *J Midwifery Womens Health*. 2010 Sep;55(5):455–61.
67. Hegaard HK, Kjaergaard H, Damm PP, Petersson K, Dykes A-K. Experiences of physical activity during pregnancy in Danish nulliparous women with a physically active life before pregnancy. A qualitative study. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2010 Dec;10(1):33.
68. Petrov Fieril K, Fagevik Olsén M, Glantz A, Larsson M. Experiences of Exercise During Pregnancy Among Women Who Perform Regular Resistance Training: A Qualitative Study. *Phys Ther*. 2014 Aug 1;94(8):1135–43.
69. Evenson KR, Moos M-K, Carrier K, Siega-Riz AM. Perceived Barriers to Physical Activity Among Pregnant Women. *Matern Child Health J*. 2009 May;13(3):364–75.
70. Aune D, Sen A, Henriksen T, Saugstad OD, Tonstad S. Physical activity and the risk of gestational diabetes mellitus: a systematic review and dose–response meta-analysis of epidemiological studies. *Eur J Epidemiol*. 2016 Oct;31(10):967–97.
71. Aune D, Saugstad OD, Henriksen T, Tonstad S. Physical Activity and the Risk of Preeclampsia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Epidemiology*. 2014 May;25(3):331–
72. Ruchat S-M, Davenport MH, Giroux I, Hillier M, Batada A, Sopper MM, et al. Effect of

exercise intensity and duration on capillary glucose responses in pregnant women at low and high risk for gestational diabetes: Maternal Glucose Responses to Exercise. *Diabetes Metab Res Rev.* 2012 Nov;28(8):669–78.

73. Owe KM, Nystad W, Bø K. Association Between Regular Exercise and Excessive Newborn Birth Weight: *Obstet Gynecol.* 2009 Oct;114(4):770–6.

74. Kong KL, Campbell C, Wagner K, Peterson A, Lanningham-Foster L. Impact of a walking intervention during pregnancy on post-partum weight retention and infant anthropometric outcomes. *J Dev Orig Health Dis.* 2014 Jun;5(3):259–67.

75. Mottola MF, Giroux I, Gratton R, Hammond J-A, Hanley A, Harris S, et al. Nutrition and Exercise Prevent Excess Weight Gain in Overweight Pregnant Women: *Med Sci Sports Exerc.* 2010 Feb;42(2):265–72.

76. Kari JT, Pehkonen J, Hirvensalo M, Yang X, Hutri-Kähönen N, Raitakari OT, et al. Income and Physical Activity among Adults: Evidence from Self-Reported and Pedometer-Based Physical Activity Measurements. Harezlak J, editor. *PLOS ONE.* 2015 Aug 28;10(8):e0135651.

77. Arias-Palencia NM, Solera-Martínez M, Gracia-Marco L, Silva P, Martínez-Vizcaíno V, Cañete-García-Prieto J, et al. Levels and Patterns of Objectively Assessed Physical Activity and Compliance with Different Public Health Guidelines in University Students. Tauler P, editor. *PLOS ONE.* 2015 Nov 4;10(11):e0141977.

78. Hansen BH, Kolle E, Dyrstad SM, Holme I, Anderssen SA. Accelerometer-Determined Physical Activity in Adults and Older People: *Med Sci Sports Exerc.* 2012 Feb;44(2):266–72.

79. Hirvensalo M, Telama R, Schmidt MD, Tammelin TH, Xiaolin Yang, Magnussen CG, et al. Daily steps among Finnish adults: Variation by age, sex, and socioeconomic position. *Scand J Public Health.* 2011 Nov;39(7):669–77.

80. Matthiessen J, Andersen EW, Raustorp A, Knudsen VK, Sørensen MR. Reduction in pedometer-determined physical activity in the adult Danish population from 2007 to 2012. *Scand J Public Health.* 2015 Jul;43(5):525–33.

81. Assurance prévention. Le niveau d'activité physique ou sportive des Français : résultats 2016 et bilan de 5 ans d'étude [Internet]. 2017. Available from: <https://www.assurance-prevention.fr/presse/dossier-barometre-activite-physique-sportive->

français-2016


82. Harrison CL, Thompson RG, Teede HJ, Lombard CB. Measuring physical activity during pregnancy. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2011;8(1):19.
83. Sequeira MM, Rickenbach M, Wietlisbach V, Tullen B, Schutz Y. Physical Activity Assessment Using a Pedometer and Its Comparison with a Questionnaire in a Large Population Survey. *Am J Epidemiol.* 1995 Nov 1;142(9):989–99.
84. Pelclová J, Frömel K, Řepka E, Bláha L, Suchomel A, Fojtík I, et al. Is Pedometer-Determined Physical Activity Decreasing in Czech Adults? Findings from 2008 to 2013. *Int J Environ Res Public Health.* 2016 Oct 24;13(10):1040.

Annexes

Annexe 1 : Table 1 : inclusion and exclusion criteria

Inclusion criteria	Exclusion criteria
<p>Adult patient</p> <p>Simple, uncomplicated pregnancy</p> <p>Ongoing pregnancy less than 15 weeks' gestation</p> <p>Owning a smartphone compatible with the application</p> <p>Volunteer</p>	<p>Multiple pregnancy</p> <p>Ongoing pregnancy later than 15 weeks' gestation</p> <p>Complicated pregnancy: threat of preterm birth, gestational diabetes mellitus, gestational hypertension, preeclampsia, second and third trimester metrorrhagia, HELLP syndrome, placenta previa, growth retardation, small for gestational age, gestational cholestasis, scarred uterus</p> <p>Pre-pregnancy pathology (hypothyroidism, chronic inflammatory bowel disease, etc.)</p> <p>History of threat of premature delivery</p> <p>History of intrauterine growth retardation</p> <p>History of cervical conization</p> <p>History of post-partum hemorrhage</p> <p>Declining to participate</p>

Annexe 2 : WHO score

	Etude sur l'intérêt du programme «BOUGE GROSSESSE» (www.bouge-application.fr ; application smartphone et plateforme web) pour améliorer l'activité physique quotidienne chez les femmes enceintes		
	N° Inclusion <input type="text"/> - <input type="text"/> <small>N° de centre - N° Patient</small>	Nom : <input type="text"/> <small>(1^{ère} lettre du nom)</small>	Prénom : <input type="text"/> <small>(1^{ère} lettre du prénom)</small>


Date

J1 _____ **J90**

QUESTIONNAIRE OMS

	Au cours des deux dernières semaines	Tout le temps	La plupart du temps	La moitié du temps	Moins de la moitié du temps	De temps en temps	Jamais
Je me suis senti(e) bien et de bonne humeur	5	4	3	2	1	0	
Je me suis senti(e) calme et tranquille	5	4	3	2	1	0	
Je me suis senti(e) plein(e) d'énergie et vigoureux(se)	5	4	3	2	1	0	
Je me suis réveillé(e) en me sentant frais(che) et dispos(e)	5	4	3	2	1	0	
Ma vie quotidienne a été remplie de choses intéressantes	5	4	3	2	1	0	

Annexe 3 : EIFEL score

	Etude sur l'intérêt du programme « BOUGE GROSSESSE » (www.bouge-application.fr ; application smartphone et plateforme web) pour améliorer l'activité physique quotidienne chez les femmes enceintes		
	N° Inclusion <input type="text"/> - <input type="text"/> <small>N° de centre - N° Patient</small>	Nom : <input type="text"/> <small>(1^{ère} lettre du nom)</small>	Prénom : <input type="text"/> <small>(1^{ère} lettre du prénom)</small>

Date

J1

J90


QUESTIONNAIRE EIFEL, RELATIF AUX LOMBALGIES :

Nous aimerions connaître les répercussions de votre douleur lombaire sur votre capacité à effectuer les activités de la vie quotidienne.

Si vous êtes cloué au lit par votre douleur lombaire, cocher cette case et arrêtez-vous là :

En revanche si vous pouvez vous lever et rester debout au moins quelques instants, répondez au questionnaire qui suit. Une liste de phrase vous est proposée. Ces phrases décrivent certaines difficultés à effectuer une activité physique quotidienne directement en rapport avec votre douleur lombaire. Lisez ces phrases une par une avec attention en ayant bien à l'esprit l'état dans lequel vous êtes aujourd'hui à cause de votre douleur lombaire. Quand vous lirez une phrase qui correspond bien à une difficulté qui vous affecte aujourd'hui, cochez-là. Dans le cas contraire, laissez un blanc et passez à la phrase suivante. Souvenez-vous bien de ne cocher que les phrases qui s'appliquent à vous-même aujourd'hui.

1	Je reste pratiquement tout le temps à la maison à cause de mon dos	
2	Je change souvent de position pour soulager mon dos	
3	Je marche plus lentement que d'habitude à cause de mon dos	
4	A cause de mon dos, je n'effectue aucune des tâches que j'ai l'habitude de faire à la maison	
5	A cause de mon dos, je m'aide de la rampe pour monter les escaliers	
6	A cause de mon dos, je m'allonge plus souvent pour me reposer	
7	A cause de mon dos, je suis obligé(e) de prendre un appui pour sortir d'un fauteuil	
8	A cause de mon dos, j'essaie d'obtenir que d'autres fassent des choses à ma place	
9	A cause de mon dos, je m'habille plus lentement que d'habitude	
10	Je ne reste debout que de courts moments à cause de mon dos	
11	A cause de mon dos, j'essaie de ne pas me baisser ni de m'agenouiller	
12	A cause de mon dos, j'ai du mal à me lever d'une chaise	
13	J'ai mal au dos la plupart du temps	
14	A cause de mon dos, j'ai des difficultés à me retourner dans mon lit	
15	J'ai moins d'appétit à cause de mon mal de dos	
16	A cause de mon mal de dos, j'ai du mal à mettre mes chaussettes (ou bas /collants)	
17	Je ne peux marcher que sur de courtes distances à cause de mon mal de dos	
18	Je dors moins à cause de mon mal de dos	
19	A cause de mon dos, quelqu'un m'aide pour m'habiller	
20	A cause de mon dos, je reste assis(e) la plus grande partie de la journée	
21	A cause de mon dos, j'évite de faire de gros travaux à la maison	
22	A cause de mon mal de dos, je suis plus irritable que d'habitude et de mauvaise humeur avec les gens	
23	A cause de mon dos, je monte les escaliers plus lentement que d'habitude	
24	A cause de mon dos, je reste au lit la plupart du temps	

	Etude sur l'intérêt du programme «BOUGE GROSSESSE» (www.bouge-application.fr ; application smartphone et plateforme web) pour améliorer l'activité physique quotidienne chez les femmes enceintes		
	N° Inclusion <input type="text"/> - <input type="text"/> <small>N° de centre - N° Patient</small>	Nom : <input type="text"/> <small>(1^{ère} lettre du nom)</small>	Prénom : <input type="text"/> <small>(1^{ère} lettre du prénom)</small>

Questionnaire de sommeil de Spiegel

Nuit du au

J1 **J90**

Pour répondre, entourez le chiffre le plus approprié pour chaque situation :

1/ Délai d'endormissement : Combien de temps vous a-t-il fallu pour vous endormir la nuit dernière ?


- 5 Très peu de temps
- 4 Peu de temps
- 3 Moyennement de temps
- 2 Longtemps
- 1 Très longtemps (je suis resté éveillé très longtemps)
- 0 Ne sait pas

2/ Qualité du sommeil : Avez-vous bien dormi ?

- 5 Oui, de façon parfaite (d'un sommeil paisible, sans réveil nocturne)
- 4 Oui, bien
- 3 Moyennement bien
- 2 Non, mal
- 1 Non, très mal (sommeil agité, réveils fréquents)
- 0 Ne sait pas

3/ Durée du sommeil : Combien de temps avez-vous dormi ?

- 5 Très longtemps (je ne me suis pas réveillé spontanément)
- 4 Longtemps
- 3 Moyennement longtemps
- 2 Peu de temps
- 1 Très peu de temps (je me suis réveillé beaucoup trop tôt)
- 0 Ne sait pas

	Etude sur l'intérêt du programme «BOUGE GROSSESSE» (www.bouge-application.fr ; application smartphone et plateforme web) pour améliorer l'activité physique quotidienne chez les femmes enceintes		
	N° Inclusion [] - [][][][] <small>N° de centre - N° Patient</small>	Nom : [][] <small>(1 ** lettre du nom)</small>	Prénom : [][] <small>(1 ** lettre du prénom)</small>

4/ Réveils nocturnes : Vous êtes-vous réveillé au cours de la nuit ?

- 5 Jamais (j'ai dormi d'une seule traite)
- 4 Rarement
- 3 Relativement souvent
- 2 Souvent
- 1 Très souvent (réveils répétés)
- 0 Ne sait pas

5/ Rêves : Avez-vous fait des rêves ?

- 5 Aucun
- 4 Quelques uns seulement
- 3 Modérément
- 2 Beaucoup
- 1 Enormément et des rêves particulièrement marquants
- 0 Ne sait pas

6/ Etat le matin : Comment vous sentez-vous actuellement ?

- 5 En excellente forme
- 4 En bonne forme
- 3 Moyennement en forme
- 2 En mauvaise forme
- 1 En très mauvaise forme : fatigué, abattu
- 0 Ne sait pas

Commentaires éventuels :

.....

.....

.....

.....

SCORE :

Serment d'hippocrate

SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me le demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque. »