

Faculté des sciences de la motricité

Intérêt de l'activité physique comme traitement préventif de la prééclampsie

Revue narrative de la littérature

Auteur : Bègue Julie et Herrent Nicolas

Promotrice : Deldicque Louise

Année académique 2023-2024

Master en kinésithérapie et réadaptation [60.0] - KINE2M

REMERCIEMENTS

Nous tenons personnellement à remercier toutes les personnes ayant contribué à la réalisation de ce mémoire.

En premier lieu, nous remercions notre promotrice, Louise Deldicque, de nous avoir accompagnés, répondu à nos questions, donné de précieux conseils et pour sa disponibilité.

Nous remercions également nos familles respectives, pour leur contribution dans la relecture de notre mémoire et pour leur soutien durant la réalisation de ce travail.

ABSTRACT

Ce mémoire explore une pathologie encore méconnue bien que relativement fréquente chez les femmes enceintes, la prééclampsie. Cette complication grave de la grossesse se caractérise par une hypertension et une protéinurie, entraînant un risque sérieux pour la santé maternelle et fœtale.

Notre travail part du postulat que l'activité physique pourrait servir de prévention à cette maladie, en raison des changements physiologiques bénéfiques qu'elle induit. Il s'appuie sur une revue narrative et une analyse de la littérature scientifique sur le sujet, qui inclue des essais contrôlés et des études observationnelles.

La pratique d'une activité physique régulière semble diminuer significativement les biomarqueurs placentaires liés à la prééclampsie et améliorer également les indicateurs cardiovasculaires. Des limites existent cependant. Ainsi, mieux vaut favoriser des exercices de faible intensité (exercice de stretching, yoga, etc.) et d'une durée modérée et être suivi par un professionnel de santé. Par ailleurs, l'adhésion de la femme enceinte aux programmes d'activité doit être totale.

Enfin, des facteurs exogènes à la personne (niveau social et culturel, tabagisme, etc.) n'ont pas été analysés indépendamment dans les études. Or, ils pourraient jouer un rôle dans la survenue d'une prééclampsie.

Déjà indiquée pour maintenir une bonne hygiène de vie et une bonne santé, l'activité physique constitue une stratégie préventive contre la prééclampsie.

Des interventions spécifiques et adaptées, idéalement individualisées, pourraient améliorer les performances de santé chez les femmes enceintes.

TABLES DES MATIÈRES

I. INTRODUCTION	1
A. Problématique de la prééclampsie	1
B. Qu'est-ce que la prééclampsie ?	2
1. Causes et facteurs de risques	2
2. Trouble hypertensif et protéinurie.....	3
3. Dépistage de la prééclampsie	5
4. Différents types de prééclampsie	6
C. Grossesse et activité physique	7
1. Adaptations anatomiques et physiologiques pendant la grossesse	7
2. Activité physique et ses avantages	7
3. Bénéfices de l'activité physique chez les femmes enceintes	8
4. Recommandations générales de l'activité physique durant la grossesse	10
II. MÉTHODOLOGIE	11
A. Question de recherche	11
B. Stratégie de recherche	12
C. Sélection des études	12
D. Extraction des données	13
III. RÉSULTATS	14
A. Caractéristiques des études sélectionnées	14
1. Caractéristiques des échantillons de population	19
2. Caractéristiques des interventions.....	19
B. Synthèse des résultats	20
1. Effets de l'activité physique sur les biomarqueurs placentaires et les réponses cardiovasculaires.....	22
2. Rôle de l'activité physique dans la modulation du stress oxydatif et l'inflammation	25
3. Mesure de l'incidence du diagnostic de la prééclampsie	27
C. Moyen de prévention de la prééclampsie et activité physique	30
IV. DISCUSSION	32
A. Moyen de prévention de la prééclampsie chez les animaux et activité physique	33
B. La chaleur mise en cause	35
C. Types d'activités physiques bénéfiques	37
D. Adhésion au programme d'exercice physique	39
V. POINTS FORTS ET LIMITES	42
A. Points forts	42
B. Limites	42
VI. CONCLUSION	43
VII. BIBLIOGRAPHIE	44
VIII. ANNEXES	53

I. INTRODUCTION

A. Problématique de la prééclampsie

La grossesse induit des changements physiologiques complexes avec des adaptations cardiovasculaires, métaboliques et musculosquelettiques et n'est pas sans risque pour la femme et le fœtus. [1] Des pathologies gestationnelles peuvent s'avérer dangereuses pour la santé. Parmi celles-ci, figure la prééclampsie.

La prééclampsie constitue un enjeu mondial puisqu' elle est une des premières causes de morbidité et de mortalité maternelle et fœtale. Elle touche entre 8 à 10% des femmes enceintes ; la prévalence a augmenté de 40% au cours de ces dernières années, c'est pourquoi une attention particulière doit être portée à cette pathologie. [2]

Si l'importance de trouver des stratégies pour prévenir la prééclampsie représente un enjeu important de santé publique, la population générale est peu informée sur cette complication gestationnelle. Par conséquent, les femmes enceintes ignorent souvent les symptômes auxquels elles doivent être attentives. [3] En France, chaque année, 40.000 femmes sont concernées par la prééclampsie et elle représente la deuxième cause de décès maternel. [5]

Les conséquences induites par cette pathologie sont lourdes, elle peut être responsable d'un accouchement prématuré, d'un déclenchement de l'accouchement ainsi que des dysfonctions des organes maternels et fœtaux jusqu'à entraîner le décès si celle-ci n'est pas prise en charge à temps. [4]

Selon l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), en France, 1 naissance sur 3 chez les femmes atteintes de prééclampsie engendre une grande prématurité et, dans 10% des cas, le pronostic vital de la mère est mis en jeu. [5]

La prééclampsie n'est pas la seule complication possible d'une grossesse. Plusieurs autres troubles peuvent être liées au phénomène de la grossesse, qui viennent souvent s'associer les unes aux autres, rendant le tableau clinique complexe et

majorant la morbidité maternelle et fœtale. Parmi eux, on retrouve principalement le diabète gestationnel qui comprend des facteurs de risque communs avec la prééclampsie. [6]

Pour comprendre les mécanismes physiologiques sous-jacents de cette pathologie et les symptômes qui en découlent, il semble important, en premier lieu, de définir la prééclampsie ainsi que les facteurs de risque et les méthodes de dépistage.

B. Qu'est-ce que la prééclampsie ?

La prééclampsie est une pathologie de la grossesse correspondant à l'apparition d'un trouble hypertensif à partir de la 20^{ème} semaine de grossesse. Ce trouble peut s'accompagner dans la plupart des cas d'une protéinurie, mais l'hypertension reste le symptôme principal pour émettre le diagnostic de prééclampsie. [7]

Bien que les premiers symptômes n'arrivent que vers la 20^{ème} semaine, le processus physiopathologique se met en place dès le début de la grossesse. Ainsi, dès l'invasion des trophoblastes ; cellules formant le placenta, dans l'endomètre, des modifications physiologiques inhabituelles débutent, entraînant des mécanismes sous-jacents anormaux au cours de la grossesse. [8]

1. Causes et facteurs de risques

Les causes précises de la prééclampsie ne sont pas pleinement explicites, ce qui complique l'anticipation du phénomène. La prévention reste donc un défi. [9] Cependant, plusieurs études, et ce depuis des décennies, ont émis des théories concernant les causes possibles de la prééclampsie. Parmi les hypothèses les plus probables, on retrouve un développement placentaire anormal, des facteurs prédisposants maternels, un stress oxydatif, une mal-adaptation immunitaire ainsi qu'une susceptibilité génétique. [10] La génétique contribuerait à 50 % dans la survenue de la maladie. En 2005, un gène a été identifié, le STOX1. [5] Ce dernier est responsable de la régulation du cycle cellulaire, du stress oxydatif et pourrait être lié à des phénomènes d'inflammation. Bien que présent chez tous les humains,

des variations dans son expression ou des modifications génétiques peuvent affecter le fonctionnement du placenta chez certaines femmes.[11]

La plupart des facteurs de risque sont non modifiables : un antécédent de prééclampsie, une grossesse multiple, femme nullipare, hypertension artérielle chronique, âge maternel avancé (plus de 40 ans), pathologie rénale, un diabète, des antécédents familiaux de prééclampsie, un syndrome des ovaires polykystiques et une maladie auto-immune. [12] La survenue de prééclampsie est plus probable chez les femmes nullipares, elle survient dans 70 à 75 % des cas lors d'une première grossesse, mais cela ne signifie pas que le risque est exclu lors des grossesses primipares. [5]

Néanmoins, il est possible d'agir sur d'autres facteurs de risques comme l'obésité avec un indice de masse corporel (IMC) supérieur à 30 kg/m² (lequel semble, selon les études, fortement corrélé à la survenue de complication gestationnelle dont la prééclampsie) et l'inactivité physique qui apparaît être un facteur aggravant. [12]

Tout en gardant à l'esprit qu'il n'existe pas de garantie absolue pour prévenir la prééclampsie en raison de ses causes imprécises ; des mesures de bon sens et de bonne hygiène de vie sont souvent préconisées dans la littérature. Elles permettent de maintenir une santé optimale et, potentiellement, de diminuer les risques. Ainsi, bien que le rôle de l'AP dans la survenue de la prééclampsie reste à démontrer dans ce travail, il est généralement admis que l'exercice régulier, une alimentation équilibrée, un sommeil de qualité, l'éviction du tabac et la gestion du stress constituent de bonnes pratiques pour la santé globale. [13] Ces recommandations sont d'autant plus pertinentes lors de la grossesse où beaucoup de facteurs de risque sont non modifiables et où des changements physiologiques multiples vont s'opérer. Il est donc conseillé de suivre ces principes de précaution générale en complément du suivi médical pour favoriser le bien-être maternel et fœtal. [14]

2. Trouble hypertensif et protéinurie

Les troubles hypertensifs sont le résultat d'une cascade d'activation de différents biomarqueurs à la suite d'une ischémie et d'une hypoxie placentaire résultant de l'invasion anormale des trophoblastes. [15] Parmi les biomarqueurs

placentaires responsables des troubles hypertensifs, on retrouve l'endogline soluble (sEng), la tyrosine kinase-1 soluble de type fms (sFlt-1) et le facteur de croissance placentaire (PlGF) [16]. La sEng et la sFlt-1 sont antis angiogéniques, alors que le PlGF est un peptide pro angiogénique. [17] A savoir que des niveaux élevés de sFlt-1 et de sEng, et/ou des niveaux bas de PlGF sont associés à un risque accru de prééclampsie. [18]

L'hypertension artérielle est définie comme une pression anormalement élevée du sang dans les vaisseaux sanguins. On parle d'hypertension artérielle lorsque la pression artérielle systolique est supérieure à 140 mmHg et la pression artérielle diastolique est supérieure à 90 mmHg. [19]

Comme souligné précédemment, l'hypertension artérielle est majoritairement accompagnée d'une protéinurie en raison d'une dégradation anatomique et fonctionnelle du rein engendrée par celle-ci. La protéinurie correspond à une concentration de protéine dans les urines supérieure à 300 mg/24h. [20]

L'exposition à l'hypertension artérielle entraîne des altérations structurelles et fonctionnelles au niveau cardiaque, qui peuvent entraîner une fibrose dans le myocarde, mais atteint aussi d'autres organes cibles comme le rein et le cerveau [8].

Au-delà des complications et de l'issue incertaine de la grossesse, les effets de la prééclampsie aux plans cardiaque et rénal vont perdurer dans le temps et ainsi jouer sur la qualité de vie post-partum. Des recherches ont démontré que les femmes ayant subi une prééclampsie durant leur(s) grossesse(s) ont un risque significativement élevé de développer de l'hypertension artérielle et d'autres facteurs de risques cardiovasculaires durant les mois qui suivent l'accouchement. [21]

Ces 2 critères de diagnostic vont entraîner des symptômes auxquels les femmes doivent être attentives. Parmi lesquels, on retrouve des céphalées violentes, des troubles visuels, des douleurs abdominales, des vomissements, une diminution ou l'arrêt des urines et enfin, des œdèmes massifs accompagnés d'une prise de poids brutale. [22]

3. Dépistage de la prééclampsie

Il est nécessaire d'établir un diagnostic précoce pour éviter l'apparition de complications graves pouvant être source de mortalité ou de morbidité maternelle et fœtale. Dans 10% des cas, la prééclampsie peut entraîner une éclampsie, une hémorragie cérébrale, une insuffisance rénale, un décollement placentaire ou un syndrome de HELLP (Hemolysis, Elevated Liver enzymes, Low Platelet count). [5]

Si l'évolution de la pathologie n'est pas contrôlée, l'unique façon de sauver la mère est de mettre un terme à la grossesse, quelle que soit son avancée, que le fœtus soit viable ou non. [23]

Le diagnostic d'une prééclampsie repose sur le constat d'une hypertension artérielle avérée, soit avec deux mesures à 4 heures d'intervalle montrant une tension artérielle égale à 140/90 mm Hg, soit avec une seule mesure si la tension artérielle est supérieur ou égale à 160/110 mm Hg.

A la prise de tension artérielle doit être associé au moins un critère repris dans le **Tableau 1** (ci-dessous), bien que la protéinurie soit reprise majoritairement. Pour celle-ci, une analyse des métabolites sur une diurèse de 24 heures est nécessaire. [24]

Un dépistage plus approfondi peut être réalisé pour les femmes enceintes présentant des facteurs de risque élevés afin de prédire la prééclampsie à court terme [25]. Il consiste en un dosage du PIGF et de la sFlt-1 à partir de la 20^{ème} semaine de grossesse. Le rapport sFlt-1/PIGF permet d'établir un score à risque. Ainsi, un score inférieur à 38 permet d'écarter le risque de prééclampsie avec une bonne certitude car le rapport est très sensible. En revanche, un score supérieur à 38 est moins fiable car le rapport n'est pas très spécifique mais il indiquera la présence d'un risque à reconsidérer. [26]

Tableau 1 : Critères diagnostic de la prééclampsie

<p>Always necessary. . .</p> <p>Hypertension</p> <ul style="list-style-type: none"> • SBP \geq140 mm Hg or DBP \geq90 mm Hg on 2 occasions at least 4 h apart after 20 weeks' gestation in a woman with previously normal BP • SBP \geq160 mm Hg or DBP \geq110 mm Hg on 1 occasion <p>. . . And 1 of the following</p> <p>Proteinuria</p> <ul style="list-style-type: none"> • \geq300 mg per 24-h urine collection (or extrapolated from timed collection), or • Protein/creatinine ratio of \geq0.3 mg/dl, or • Dipstick reading of 2+ (used only when other methods not available) <p>OR any 1 of the following (in the absence of proteinuria)</p> <p>Thrombocytopenia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Platelet count $<$100,000/mm³ <p>Renal insufficiency</p> <ul style="list-style-type: none"> • Serum creatinine concentration $>$1.1 mg/dl or a doubling of serum creatinine concentration in the absence of other renal disease <p>Impaired liver function</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elevated concentration of liver transaminases to 2\times normal • Severe persistent right upper quadrant or epigastric pain unresponsive to medication <p>Pulmonary edema</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnosed by physical examination or chest x-ray <p>Neurological signs</p> <ul style="list-style-type: none"> • New-onset headache unresponsive to medication and not accounted for by alternative diagnoses or visual symptoms • Visual disturbances <p>Fetal growth restriction*</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estimated fetal weight $<$10th percentile
<p>Adapted from ACOG Practice Bulletin No. 202 (3) and ISSHP recommendations (7). *Included in ISSHP definition of preeclampsia though not in ACOG definition. ACOG = American College of Obstetricians and Gynecologists; BP = blood pressure; DBP = diastolic blood pressure; ISSHP = International Society for the Study of Hypertension in Pregnancy; SBP = systolic blood pressure.</p>

4. Différents types de prééclampsie

Deux classifications de prééclampsie existent mais diffèrent en fonction de la période d'apparition.

La première forme au début précoce (Early-onset PE ou EOPE) se manifeste avant 34 semaines de grossesse et est souvent considérée comme ayant des complications plus sévères pour la mère et le fœtus. [27] L'EOPE est également associée à une insuffisance placentaire. [28]

La seconde forme au début plus tardif (Late-onset PE ou LOPE) survient après 34 semaines de grossesse. Elle est généralement moins sévère que la première forme et présente des problèmes moins importantes pour la mère et le fœtus. [27] La vascularisation placentaire apparaît relativement normale. [28]

A noter que le syndrome de HELLP représente une complication grave et potentiellement mortelle, souvent associée à un stade sévère et final de la maladie. Il se caractérise par une hémolyse, soit une destruction des globules rouges, d'une élévation des enzymes hépatiques et d'une baisse des plaquettes. Sa prévalence peut atteindre 0,9% de toutes les grossesses. Ce syndrome est présent dans 1 cas de prééclampsie sur 4. [29]

C. Grossesse et activité physique

1. Adaptations anatomiques et physiologiques pendant la grossesse

Lors de la grossesse, de multiples changements apparaissent au niveau anatomique et physiologique. Les modifications les plus visibles sont l'augmentation du poids du corps, le centre de gravité se déplace vers l'avant induisant une lordose lombaire. [30] De ce fait, 60% des femmes enceintes souffrent de lombalgies et, ce, surtout lors du dernier trimestre. [31]

Au niveau physiologique, le système cardio-vasculaire subit des modifications afin de répondre au maintien homéostatique de la mère et du fœtus, à la fois au repos et en activité. Il s'en suit une augmentation du volume sanguin, du débit et de la fréquence cardiaque ainsi que du volume systolique. En revanche, une diminution de la résistance vasculaire est observée. [30] Au niveau du système respiratoire, la ventilation minute est augmentée jusqu'à 50%, en raison d'une élévation du volume courant.

2. Activité physique et ses avantages

L'activité physique (AP) peut être définie comme tout mouvement des segments corporels produit par le système musculosquelettique entraînant une dépense énergétique. [32] Quand on parle d'AP, on fait référence à plusieurs critères comme le type, la fréquence, la durée et l'intensité de l'AP.

Il existe plusieurs catégories d'AP comme les exercices d'endurance tels que la course à pied ou le vélo, par exemple ; les exercices de renforcement musculaire comme la musculation ; les exercices de souplesse pour améliorer la flexibilité comme les étirements et le yoga et des exercices de coordination comme le Pilates et certaines formes de danse.

La définition de l'intensité est basée sur l'équivalent métabolique (MET) qui permet de classer les types d'AP selon le taux de dépense énergétique. La valeur MET d'une AP reflète le rapport entre le taux métabolique enregistré pendant l'AP et le taux métabolique au repos. Un MET est donc équivalent à la dépense énergétique

d'une personne au repos. Ainsi, une AP de faible intensité est définie comme nécessitant entre 2.0 et 2.9 METs. Une AP d'intensité modérée entre 3.0 et 5.9 METs et une AP d'intensité vigoureuse à partir de 6.0 METs ou plus. [33]

La durée et de la fréquence des AP se réfèrent à la quantité et à la régularité des séances réalisées par un individu. La durée s'évalue à la longueur d'une seule séance : de quelques minutes à quelques heures. Tandis que la fréquence est généralement exprimée sur une base hebdomadaire, en incluant le nombre de séances pratiquées par semaine. [34]

Un consensus scientifique se détache des recherches internationales sur les bienfaits de l'AP sur la santé. Une étude anglosaxonne indique, par exemple, que si les adultes américains âgés de 40 à 85 ans et plus venaient à augmenter leur AP d'intensité modérée à soutenue de seulement 10 minutes par jour, environ 6,9% des décès annuels pourraient être évités. Soit un gain de vie pour 111 174 personnes. [35]

L'AP engendre des ajustements physiologiques bénéfiques sur l'ensemble du corps humain. Au niveau du système cardio-vasculaire qui est principalement mis en cause dans la prééclampsie, des adaptations métaboliques comme l'augmentation de l'oxydation des acides gras et la production d'ATP sont observées. Une augmentation des réponses systémiques et vasculaires est aussi constatée, avec le développement de nouveaux vaisseaux sanguins au niveau du cœur, appelé angiogenèse cardiaque, ainsi que l'augmentation et la dilatation du diamètre des vaisseaux sanguins et lymphatiques. [36]

Par ailleurs, la Société canadienne de psychologie montre que l'AP régulière contribue à prévenir la dépression et les troubles anxieux, réduit le stress quotidien, accroît la sensation de bonheur, diminue le sentiment de fatigue, améliore la qualité du sommeil et augmente l'estime de soi. [37]

3. *Bénéfices de l'activité physique chez les femmes enceintes*

La littérature soutient largement les avantages de l'exercice pendant la grossesse, qui valent pour la mère mais également pour le fœtus. Les femmes

enceintes peuvent donc poursuivre un programme d'entraînement physique tout au long de la grossesse sans devoir le repousser jusqu'à l'accouchement. [38]

L'AP chez la femme enceinte est non seulement bénéfique pour la santé physique et cardiaque mais a également de nombreux effets sur le bien-être psychologique. Une méta-analyse, réalisée par l'AFIPE Research Group de l'Universidad Politécnica de Madrid, a examiné les effets de l'AP sur la qualité de vie psychique et physique des femmes enceintes en Espagne. Les résultats présentent une meilleure perception du bien-être mental chez les femmes enceintes actives comparativement au groupe témoin. [39]

Un essai contrôlé randomisé réalisé par Navas, et al. (2021) produit en Espagne, a analysé l'efficacité d'un programme d'exercice d'endurance aquatique d'intensité modérée sur la dépression et l'anxiété post-partum six semaines après l'accouchement. La qualité de vie et du sommeil à un mois post-partum a été également mesurée. Le groupe d'intervention avait des taux autodéclarés plus faibles d'anxiété et de dépression et un score moyen plus bas à l'Edinburgh Perinatal Depression Scale, qui est un questionnaire d'évaluation des symptômes de la dépression chez les femmes après l'accouchement. En revanche, le sommeil et la qualité de vie étaient similaires entre les deux groupes. [40]

En outre, l'exercice physique pendant la grossesse semble jouer un rôle important dans le déroulement de l'accouchement. Une étude rétrospective a évalué l'effet des exercices prénataux, y compris le yoga. Les femmes ayant suivi ce programme prenaient moins de poids pendant la grossesse, avaient un taux significativement plus faibles de césarienne, un poids de nouveau-né plus élevé, moins de douleurs et d'inconfort pendant le travail d'accouchement et une récupération post-partum plus rapide comparativement aux femmes enceintes inactives. [41]

L'AP durant la grossesse améliore également le développement fœtal. Selon une méta-analyse du French National College of Midwives, les enfants nés de femmes actives durant la grossesse étaient 1,5 fois plus susceptibles d'avoir des scores élevés aux tests neurodéveloppementaux. [42]

Enfin, l'AP durant la grossesse faciliterait la croissance placentaire et la vascularisation. Or, une croissance placentaire anormale est mise en cause dans la

prééclampsie, de ces modifications découlerait un stress oxydatif, provoquant alors un dysfonctionnement endothélial et vasculaire. [30]

L'hypothèse d'un effet protecteur de l'exercice physique dans la prééclampsie est donc sérieusement envisageable.

4. Recommandations générales de l'activité physique durant la grossesse

Les guidelines anglosaxonnes encouragent les femmes enceintes, au même titre que la population générale de plus de 18 ans, à pratiquer un minimum de 150 minutes d'AP d'intensité modérée à vigoureuse par semaine. Il est préférable de répartir ces exercices physiques sur toute la semaine et ainsi, avoir une pratique d'exercice physique quotidienne et régulière. [14]

Les femmes enceintes, ne pratiquant aucune AP avant la grossesse, peuvent en débiter une pendant celle-ci. Néanmoins la pratique doit rester modérée et ne doit pas être d'intensité vigoureuse ou de compétition. Seules les femmes pratiquant un sport à haut niveau de compétition avant la grossesse peuvent poursuivre ce rythme, à condition d'être assidument suivies par un spécialiste. [43]

Tous les sports, hormis ceux à impact et à haut risque de chute sont préconisés. Une alternance de sport d'endurance, de renforcement musculaire et d'étirement est conseillée. [14]

Une attention doit être portée sur le renforcement du plancher pelvien, puisqu'il est particulièrement sensible et exposé à des pressions et des modifications durant la grossesse ainsi que l'accouchement. Des exercices de type Kegel, renforçant le plancher pelvien sans mettre de contrainte sur celui-ci, peuvent être ajoutés au programme d'AP pour veiller au maintien de l'équilibre périnéal. [41,14]

Le suivi d'un programme d'AP lors de la grossesse doit être supervisé par un professionnel de santé spécialisé. [43]

Face aux défis posés par la prééclampsie et ses conséquences, l'analyse d'une approche préventive basée sur la pratique d'une AP est pertinente, compte tenu de ses bienfaits généraux sur la santé.

II. MÉTHODOLOGIE

A. Question de recherche

L'objectif de cette revue narrative consiste à comprendre les mécanismes de l'AP sur l'incidence de la prééclampsie.

La recherche a donc tenté de répondre à la problématique suivante : quel est l'impact de l'AP comme stratégie préventive potentielle contre la prééclampsie chez les femmes enceintes ?

Ce mémoire explore l'impact de diverses AP sur la prééclampsie et sur la santé maternelle et fœtale. Il s'appuie sur les données issues d'essais contrôlés randomisés et de cohortes prospectives pour comprendre comment ces pratiques physiques peuvent impacter les résultats de santé chez les femmes enceintes, avec un focus particulier sur les marqueurs inflammatoires, les réponses autonomes et les résultats maternels et néonataux. Ainsi, l'étude des effets de l'exercice sur des indicateurs clés tels que les analytes placentaires, la protéine C-réactive et l'expression de la superoxyde dismutase vasculaire révèle des mécanismes potentiels par lesquels l'AP pourrait moduler le risque de prééclampsie.

Pour apprécier leur efficacité relative dans la prévention de cette pathologie, nous avons mis l'accent sur l'évaluation de diverses formes d'exercice sans se limiter à des types spécifiques. Nous avons ensuite procédé à une analyse critique des données existantes pour déterminer les modalités d'AP les plus efficaces en termes d'intensité, de fréquence, de durée et du type de l'AP. Cette partie du travail est guidée par une volonté de comprendre comment ces pratiques peuvent influencer le risque de prééclampsie, en s'appuyant sur les études analysées.

Enfin, le mémoire revisite les recommandations de sécurité pour l'AP pendant la grossesse et examine les facteurs qui facilitent ou limitent la pratique régulière de l'exercice chez les femmes enceintes. Ce dernier segment vise à mettre en lumière l'importance de l'adhérence aux activités recommandées pour optimiser les bienfaits sur la santé.

B. Stratégie de recherche

Pour explorer l'impact de l'AP comme stratégie préventive contre la prééclampsie chez les femmes enceintes, nous avons investigué plusieurs bases de données scientifiques majeures : PUBMED, SCOPUS et EMBASE. La stratégie de recherche a été conçue pour intégrer des termes appropriés pour chaque base de données. Sur PUBMED, des termes MeSH tels que "Pregnancy", "Pre-Eclampsia", "Exercise", et "Prevention and Control" ont été combinés en utilisant les opérateurs "OR" et "AND" pour maximiser la pertinence et la portée des résultats. De même, pour Scopus et Embase, des mots-clés et des expressions similaires ont été organisés avec les opérateurs "OR" et "AND" pour assurer une couverture complète des publications intéressantes sur le sujet.

Cette approche structurée de recherche s'aligne avec la méthode PICO, utilisée pour clarifier les quatre composantes principales de l'étude : Population, Intervention, Comparaison, et Outcome (Résultat), comme détaillé dans le Tableau PICO en **Annexe 1**. Les équations de recherche spécifiques utilisées pour chaque base de données sont détaillées en **Annexe 2**.

C. Sélection des études

Les résultats provenant des trois bases de données précitées ont été importés dans le logiciel Endnotes 21, où les « doublons » ont été supprimés. Dans un premier temps, une présélection a été effectuée, fondée uniquement sur les titres et les résumés. Deux lecteurs ont accompli cette tâche de manière séparée, avant de partager et de confronter leurs analyses. Les articles ont ensuite été choisis ensemble. Une seconde sélection a été faite, basée sur l'intégralité des articles. Cette étape a été réalisée individuellement par les deux lecteurs. Encore une fois, les résultats ont été partagés et discutés afin de retenir les articles jugés pertinents pour cette revue narrative.

Au total, nous avons obtenu 334 articles : 133 références ont été récoltées sur PubMed, 109 sur Scopus et 92 sur EMBASE, 42 doublons ont été identifiés et supprimés. A la suite de ce tri et à la mise en commun entre les 2 lecteurs, 24 articles directement en lien avec le sujet ont été retenus sur les 292 articles restants. Ils correspondaient aux critères PICO [**Annexe 1**].

Finalement, après lecture des 24 articles restants et mise en commun des analyses, nous avons gardé les 13 études les plus pertinentes à nos yeux pour répondre à notre recherche.

Nous nous sommes, néanmoins, appuyés sur plusieurs autres sources documentaires, trouvées dans les bases de données citées précédemment, pour enrichir la rédaction de ce mémoire.

D. Extraction des données

L'analyse des données de chacun des 13 articles sélectionnés a été réalisée par deux observateurs. Nous avons par la suite réalisé un tableau (**Tableau 2**) afin de récapituler les données concernant les populations étudiées, les types d'activités proposées ainsi que les résultats clés de chaque étude. Ce tableau nous permet d'avoir un accès direct aux informations les plus importantes pour élaborer notre analyse, et aussi d'avoir un aperçu rapide des études choisies.

III. RÉSULTATS

A. Caractéristiques des études sélectionnées

Les données concernant les populations de femmes enceintes retenues pour notre analyse sont reprises dans le **Tableau 2**.

Dans ce tableau, on retrouve les caractéristiques des populations étudiées : le nombre de participantes, leur âge, leur origine, ce que les chercheurs ont voulu évaluer et si besoin, des renseignements supplémentaires.

On s'intéresse ensuite aux interventions, ici spécifiquement l'AP dont on cherche à mesurer l'impact en s'attardant sur l'analyse de programme d'entraînement réalisé durant la grossesse reprenant des types, des fréquences, des durées et des intensités d'AP précises. Autant de paramètres qui peuvent venir influencer et impacter la survenue de la prééclampsie.

Afin de ne pas recueillir uniquement des données qui imposent un programme d'AP précis, nous avons aussi sélectionné des études qui questionnaient les femmes enceintes sur leurs habitudes en matière d'AP que ce soit au travail et dans leurs loisirs.

Pour étudier l'effet protecteur potentiel de l'AP, des comparaisons entre les sujets ont été observées.

Celles-ci ont été effectuées grâce à des groupes : les groupes « interventions », c'est-à-dire les femmes enceintes qui font partie d'un groupe où une AP programmée était mise en place ou bien une activité quotidienne était maintenue et les groupes « contrôle », c'est-à-dire les groupes où aucune AP n'était requises ou parfois à très faible fréquence ou intensité considérées comme négligeable. Afin d'établir un niveau de preuve optimal, nous avons opté pour des études qui comparaient parfois deux ou plusieurs groupes « intervention » entre eux ou bien un groupe intervention avec un groupe « contrôle ». Cela a permis d'obtenir une large vision quant à l'implication de l'AP dans l'incidence de la prééclampsie et de ces mécanismes sous-jacents.

Tableau 2 : Présentation des données de la population, de l'activité physique et des résultats

<u>Auteurs et année de publication :</u>	<u>Population :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Âge (année) • Origines • Évaluation (E) • Critères supplémentaires (si besoin) 	<u>Activité physique (AP) :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Type • Fréquence • Durée • Intensité • Durée de l'intervention • Groupe contrôle (GC) 	<u>Résultats :</u>		
Østerdal et al. (2009) [44]	<ul style="list-style-type: none"> • n : 85 139 • Entre 20 et 40 • Danoises • E : Incidence prééclampsie selon les symptômes à partir de la 20^e semaine • Réparties en 13 groupes selon l'AP pratiquée, mais au global 	<u>AP :</u> <ul style="list-style-type: none"> • 13 AP différentes : gymnastique douce, aérobic/gymnastique, danse, vélo, marche rapide, jogging/course d'orientation, jeux de ballon, natation, fitness, badminton, tennis, équitation et autres activités • / • 4 plages horaires : de 1 à 74 min/sem, de 75 à 269 min/sem, +270 min/sem • Faible, modérée ou vigoureuse selon AP • Au cours du premier trimestre • GC : 0 minute par semaine 	<u>Incidence prééclampsie :</u> <ul style="list-style-type: none"> • >270 min/sem : augmentation des cas dans toutes les AP qu'elles soient vigoureuses ou modérées avec une hausse significative pour la marche rapide et le vélo • De 1 à 74 min/sem et de 75 à 269 min/sem pour chaque AP : changements non significatifs 		
Hawkins et al. (2015) [46]	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"><u>Groupe contrôle :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 84 • 26,5 • Hispaniques • E : Dosage CRP </td> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"><u>Groupe intervention :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 87 • 26,5 • Hispaniques • E : Dosage CRP </td> </tr> </table>	<u>Groupe contrôle :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 84 • 26,5 • Hispaniques • E : Dosage CRP 	<u>Groupe intervention :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 87 • 26,5 • Hispaniques • E : Dosage CRP 	<u>AP :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Danse, marche, jardinage (questionnaire PPAQ) • La plupart des jours de la semaine • >30 minutes par session + augmentation de 10% de la durée par semaine • Modérée à vigoureuse • 12 semaines • GC : Brochure d'informations sur le bien-être et la santé pendant la grossesse 	<u>Dosage CRP (mg/dl) après intervention par rapport à avant l'intervention :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe contrôle : +0,08 <ul style="list-style-type: none"> ➔ P-valeur = 0,64 (non significatif) • Groupe intervention : -0,10 <ul style="list-style-type: none"> ➔ P-valeur = 0,14 (non significatif) • Dans le groupe intervention, il y'a une différence entre si l'AP demandée avait diminué ou augmenté/maintenue <ul style="list-style-type: none"> ➔ P-valeur = 0,046 (significatif)
<u>Groupe contrôle :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 84 • 26,5 • Hispaniques • E : Dosage CRP 	<u>Groupe intervention :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 87 • 26,5 • Hispaniques • E : Dosage CRP 				
Da Silva et al. (2017) [47]	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"><u>Groupe contrôle :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 213 • 27,2 • Population hétérogène • E : incidence prééclampsie + adhérence </td> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"><u>Groupe intervention :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 426 • 27,1 • Population hétérogène • E : incidence prééclampsie + adhérence </td> </tr> </table>	<u>Groupe contrôle :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 213 • 27,2 • Population hétérogène • E : incidence prééclampsie + adhérence 	<u>Groupe intervention :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 426 • 27,1 • Population hétérogène • E : incidence prééclampsie + adhérence 	<u>AP :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Programme incluant échauffement, activité aérobie (vélo, tapis), musculation (haltères, machines, élastique) et étirements • 3 fois par semaine • 1heure par session • 16 semaines soit 48 séances • Modérée (> 3 MET) • GC : Aucune modification des habitudes quotidiennes 	<u>Incidence de la prééclampsie (%) :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe contrôle : 5.4 • Groupe intervention : 0 <ul style="list-style-type: none"> ➔ P-valeur = 0,25 (non significatif) <u>Adhérence (séances) :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe intervention : 27/48 soit 40,4% (Seuil d'adhérence estimé à 34/48 soit 70%)
<u>Groupe contrôle :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 213 • 27,2 • Population hétérogène • E : incidence prééclampsie + adhérence 	<u>Groupe intervention :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 426 • 27,1 • Population hétérogène • E : incidence prééclampsie + adhérence 				

<p>Yeo et al. (2008) [48]</p>	<p><u>Groupe 1 :</u> • n : 41 • 32 • Caucasiennes non-hispaniques • E : incidence prééclampsie + dosage transferrine</p>	<p><u>Groupe 2 :</u> • n : 38 • 32 • Caucasiennes non-hispaniques • E : incidence prééclampsie + dosage transferrine</p>	<p><u>Groupe 1 :</u> • Marche • 5 fois par semaine • 40 minutes par session • Modérée, FC entre 55% et 69% de la FC max • 18^{ème} semaine de grossesse → accouchement</p> <p><u>Groupe 2 :</u> • Exercices de stretching • 5 fois par semaine • 40 minutes par session • Faible, FC ne dépassant pas 10% de plus que la FC de repos • 18^{ème} semaine de grossesse → accouchement</p>	<p><u>Incidence de la prééclampsie (%) :</u> • Groupe 1 : 14,6 • Groupe 2 : 2,6 → P-valeur = 0,11 (non significatif)</p> <p><u>Niveau de Transferrine (mg/DL) :</u> • Groupe 1 : 368 • Groupe 2 : 412 → P-valeur = 0,009 (significatif)</p>
<p>Sankaralingam et al. (2011) [49]</p>	<p><u>Groupe 1 :</u> • n : 5 • 29 • / • E : expression SOD + dosage transferrine</p>	<p><u>Groupe 2 :</u> • n : 6 • 30 • / • E : expression SOD + dosage transferrine</p>	<p><u>Groupe 1 :</u> • Marche • 5 fois par semaine • 40 minutes par session • Modérée, FC entre 55% et 69% de la FC max • 18^{ème} semaine de grossesse → accouchement</p> <p><u>Groupe 2 :</u> • Exercices de stretching • 5 fois par semaine • 40 minutes par session • Faible, FC ne dépassant pas 10% de plus que la FC de repos • 18^{ème} semaine de grossesse → accouchement</p>	<p><u>Expression de la SOD (UA) :</u> • Groupe 1 : 56.92 • Groupe 2 : 106.3 → P-valeur <0,05 (significatif)</p> <p><u>Niveau de transferrine :</u> • Groupe 1 : augmentation jusqu'à 28 semaines, puis diminution à l'accouchement • Groupe 2 : augmentation continue du niveau de transferrine → Pas de P-valeur mentionnée</p>
<p>Yeo (2009) [50]</p>	<p><u>Groupe 1 :</u> • n : 64 • 31 • Caucasiennes non-hispaniques • E : pression artérielle et adhésion aux séances</p>	<p><u>Groupe 2 :</u> • n = 60 • 31 • Caucasiennes non-hispaniques • E : pression artérielle et adhésion aux séances</p>	<p><u>Groupe 1 :</u> • Marche • 5 fois par semaine • 40 minutes par session • Modérée, FC entre 55% et 69% de la FC max • 18^{ème} semaine de grossesse → accouchement</p> <p><u>Groupe 2 :</u> • Exercices de stretching • 5 fois par semaine • 40 minutes par session • Faible, FC ne dépassant pas 10% de plus que la FC de repos • 18^{ème} semaine de grossesse → accouchement</p>	<p><u>Pression artérielle (mm Hg) :</u> • Groupe 1 : Pression systolique : aucun changement significatif Pression diastolique : + 4 → P-valeur < 0,01</p> <p>• Groupe 2 : Pression diastolique : aucun changement significatif Pression systolique : - 4 → P-valeur < 0,05 (significatif)</p> <p><u>Adhérence au programme d'AP (séances/semaine) :</u> • Groupe 1 vs groupe 2 18^{ème} semaine de grossesse : 3,7 vs 4,2 → P-valeur < 0,05 (significatif) 28^{ème} semaine de grossesse : 3,4 vs 4,2 → P-valeur <0,001 (significatif) 38^{ème} semaine de grossesse : 2,6 vs 3,4 → P-valeur <0,001 (significatif)</p>

Yeo (2010) [51]	<u>Groupe 1 :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 64 • 31 • Caucasiennes non-hispaniques • E : Fréquence cardiaque 	<u>Groupe 2 :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 60 • 31 • Caucasiennes non-hispaniques • E : Fréquence cardiaque 	<u>Groupe 1 :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Marche • 5 fois par semaine • 40 minutes par session • Modérée, FC entre 55% et 69% de la FC max • 18^{ème} semaine de grossesse → 28^{ème} semaine <u>Groupe 2 :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Exercices de stretching • 5 fois par semaine • 40 minutes par session • Faible, FC ne dépassant pas 10% de plus que la FC de repos • 18^{ème} semaine de grossesse → 28^{ème} semaine 	<u>Fréquence cardiaque de repos (bpm) :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe 1 : Initiale : 84 18^{ème} à 28^{ème} semaine de grossesse : +14 → P-valeur <0.01 (significatif) • Groupe 2 : Initiale : 84 18^{ème} à 28^{ème} semaine de grossesse : +8 → P-valeur <0.01 (significatif)
Kasawara et al. (2013) [52]	<u>Groupe contrôle :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n = 58 → 53 analysées • Entre 30 et 39 ans • Brésiliennes • E : incidence prééclampsie 	<u>Groupe intervention :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n = 58 → 56 analysées • Entre 30 et 39 ans • Brésiliennes • E : incidence prééclampsie 	<u>AP :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Vélo stationnaire • 1 fois par semaine • 30 min • 20% au-dessus de FC repos • Entre 12 et 20 semaines de grossesse → accouchement • GC : aucune AP 	<u>Incidence de prééclampsie (%) :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe contrôle : 15,1 • Groupe intervention : 12,5 → P-valeur = non significatif
Pais et al. (2021) [53]	<u>Groupe contrôle :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 63 • 27,8 • Indiennes • E : incidence prééclampsie 	<u>Groupe intervention :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 61 • 27,9 • Indiennes • E : incidence prééclampsie 	<u>AP :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Yoga • Quotidienne • 45 minutes par session • modérée, adaptée pour les femmes enceintes • Entre 18-22 semaines jusqu'à l'accouchement • GC : aucune AP 	<u>Incidence de la prééclampsie (%) :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe contrôle : 19,6 • Groupe intervention : 3,3 → P-valeur = 0.009 (significatif)
Makhija et al. (2021) [54]	<u>Groupe contrôle :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n = 30 • 26 • Indiennes • E : incidence prééclampsie 	<u>Groupe intervention :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n = 30 • 25 • Indiennes • E : incidence prééclampsie 	<u>AP :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Yoga • 3 fois par semaine • 40min par session • Adaptée aux femmes enceintes • 4 semaines • GC : Aucune spécification de Yoga ou d'exercice structuré 	<u>Incidence de la prééclampsie (%) :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe intervention : 3,3 • Groupe contrôle : 16,7 → P-valeur = 0.085 (non significatif)
Whorton et al. (2024) [55]	Réparties en 2 groupes à l'aide d'un questionnaire <u>Groupe 1 :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 2921 • 27 • Population hétérogène • E : sFlt-1, PIGF, sEng 	<u>Groupe 2 :</u> <ul style="list-style-type: none"> • n : 3523 • 29 • Population hétérogène • E : sFlt-1, PIGF, sEng 	<u>Groupe 1 :</u> <ul style="list-style-type: none"> • AP de loisir • / • <150 minutes par semaine • / • 4 semaines <u>Groupe 2 :</u> <ul style="list-style-type: none"> • AP de loisir • / • ≥150 minutes par semaine • / • 4 semaines 	<u>Niveaux des biomarqueurs :</u> <ul style="list-style-type: none"> • Trimestre 1 : PIGF et sEng : aucun changement significatif sFlt-1 : diminution entre les 2 groupes → P-valeur = 0.017 (significatif) • Trimestre 2 : PIGF, sEng et sFlt-1 : aucun changement significatif

Fortner et al. (2011) [56]	<ul style="list-style-type: none"> • n : 1043 • Entre 20 et 40 • Hispaniques • E : troubles hypertensifs • Répartis en 3 groupes selon l'AP pratiquée répertorié par une version modifiée du questionnaire KPAS 	<p><u>AP :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 AP différentes : Sports/exercices, niveau élevé de vie active et activité ménagère/soins • Régulière • / • Modérée • Début de grossesse • GC : pas d'AP ou niveaux faibles d'AP 	<p><u>Troubles hypertensifs :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sports/exercices : diminution des troubles hypertensifs → P-valeur = 0,04 (significatif) • Niveau élevé de vie active et activité ménagère/soins : -60% → P-valeur = 0,07 (significatif)
Weissgerber et al. (2010) [57]	<p>Réparties en 4 groupes à l'aide de l'enquête KAISER</p> <p><u>Groupe 1 (G1) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • n : 16 • 32 • Caucasiennes • E : sFlt-1, PIGF, sEng • Enceintes/actives <p><u>Groupe 2 (G2) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • n : 9 • 31,2 • Caucasiennes • E : sFlt-1, PIGF, sEng • Enceintes/inactives <p><u>Groupe 3 (G3) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • n : 15 • 32,8 • Caucasiennes • E : sFlt-1, PIGF, sEng • Non enceintes/actives <p><u>Groupe 4 (G4) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • n : 12 • 33,1 • Caucasiennes • E : sFlt-1, PIGF, sEng • Non enceintes/inactives 	<p><u>AP exercices réguliers (groupes 1 et 3) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Loisirs • / • >3 heures par semaine • Intensité suffisante pour transpirer • / • GC : aucune d'AP <p><u>AP exercice aigu (groupes 1, 2, 3 et 4) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Cyloergomètre • / • 20 minutes • Modéré soit 13 sur échelle de Borg • Jour de l'intervention 	<p><u>Niveaux des biomarqueurs, exercices réguliers :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe 1/2 vs Groupe 3/4 : PIGF, sFlt-1 et sEng significativement plus élevé dans G1/2 que G3/4 • Groupe 1 vs Groupe 2 : Augmentation PIGF et diminution sFlt-1 et sEng dans le G1 par rapport à G2 → P-valeur respectives = 0,014 / 0,005 / 0,025 <p><u>Niveaux biomarqueurs, exercice aigu :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe 1 : Augmentation PIGF → P-valeur = 0,014 (significatif) • Groupe 4 : Augmentation sFlt-1 → P-valeur = 0,012 (significatif) • Groupe 2 et 3 : Aucun changement significatif

1. Caractéristiques des échantillons de population

Passons désormais en revue les caractéristiques des sujets mentionnés dans toutes les études, à savoir, des femmes enceintes.

Les groupes avaient des tailles d'échantillon variant considérablement, allant de 11 à 6 444 individus pour la majorité des études. Toutefois, il est important de noter une exception notable avec l'étude d'Østerdal et al. (2009), où l'échantillon comptait 85 139 individus [44], ce qui constitue une différence significative par rapport aux autres données recueillies.

L'âge moyen des participantes était de 29 ans, avec une plage généralement comprise entre 20 et 40 ans. Cette répartition incluait donc une population de femmes enceintes dans une large période de fertilité, ce qui offre une représentation optimale pour analyser les impacts de l'AP sur la prééclampsie.

Les populations dans les différents échantillons provenaient de divers contextes géographiques et socio-économiques, reflétant ainsi une large stratification. Les études couvraient plusieurs pays tels que le Brésil, le Danemark ou bien encore l'Inde, ce qui permet une analyse comparative des impacts de l'AP sur la prééclampsie dans différents contextes géographiques et culturels. On y retrouvait, cependant, une présence notable de femmes hispaniques caractérisées par des niveaux socio-économiques faible à moyen et un niveau d'AP global très peu élevé. C'est la raison pour laquelle cette population a fortement été étudiée. [45]

2. Caractéristiques des interventions

Pour optimiser les effets préventifs de l'AP contre la prééclampsie durant la grossesse, il est important d'identifier les directives et modalités d'entraînement les plus efficaces.

Dans les études analysées, les interventions en termes d'AP variaient largement, ce qui illustre une diversité d'approche pour étudier leur impact sur la prévention de la prééclampsie. Les chercheurs avaient impliqué des interventions réalisées majoritairement sous deux formes.

D'une part, les interventions consistaient en un programme encadré d'AP précis durant la grossesse, avec parfois plusieurs niveaux d'intensité. [46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53 et 54] Le type d'AP pouvait différer d'une étude à l'autre.

Parmi les 13 études sélectionnées, 4 avaient choisi de comparer l'effet de la marche par rapport aux exercices de stretching. [48, 49, 50 et 51], tandis que 2 études comparaient la pratique du yoga à un groupe « contrôle ». [53, 54] Bien que le yoga ne se qualifie pas uniquement par des exercices de stretching, il les incorpore souvent. Du reste, il ressort clairement que l'analyse des exercices de stretching se retrouve au cœur des recherches.

D'autre part, les femmes enceintes avaient été catégorisées par groupe en utilisant soit un entretien téléphonique [44 et 56], soit des questionnaires, notamment une version modifiée du Kaiser Physical Activity Survey (KPAS) [56] ou encore avec le Pregnancy Physical Activity Questionnaire (PPAQ), [46, 55] qui interrogeaient le niveau d'AP de la femme enceinte pendant sa grossesse. Cela permet de comprendre l'impact des routines d'activité et ainsi disposer d'une idée globale de l'AP pratiquée pendant la grossesse.

Les auteurs de ces études n'avaient donc pas effectué d'interventions à proprement parlé mais avaient plutôt analysé les données recueillies tout au long de la grossesse avec les résultats de cas de prééclampsie déclarés.

Rappelons que l'objectif est d'évaluer l'effet de l'exercice physique sur l'incidence de la prééclampsie, en examinant les résultats sur des marqueurs biologiques, des variables physiologiques et/ou sur le nombre de cas de prééclampsie apparus lors de la grossesse.

B. Synthèse des résultats

Les résultats des 13 études sélectionnées sont présentés sous forme numérique dans le **Tableau 2**, incluant des comparaisons avant et après les interventions. Ces résultats quantifient l'impact de l'AP sur divers indicateurs de santé liés à la prééclampsie.

Les mesures spécifiques comprenaient le dosage des analytes placentaires comme sFlt-1, PlGF et sEng, les niveaux de CRP, les variations de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque au repos, ainsi que des données cliniques telles que le diagnostic et l'incidence de la prééclampsie.

A noter que certains biomarqueurs comme la superoxyde dismutase (SOD) et le niveau de transferrine avaient été mesurés car ils peuvent entraîner un stress oxydatif, potentiellement responsable de la survenue d'une prééclampsie.

Dans la plupart des études retenues, des comparaisons directes entre les groupes « intervention » et les groupes « contrôle » avaient été effectuées afin de mettre en évidence l'efficacité des interventions sur l'incidence de la prééclampsie et d'autres indicateurs de santé.

Ces études, bien que centrées sur des populations de grossesse normale ou à risque de prééclampsie, variaient dans leurs méthodologies et leurs objectifs spécifiques. Ceux-ci allaient de l'évaluation de l'impact de l'AP sur les biomarqueurs placentaires à l'exploration des effets des exercices sur des marqueurs inflammatoires et angiogéniques et les incidences cliniques, telles que la prééclampsie et l'hypertension gestationnelle.

Les interventions comprenaient des gammes d'AP différentes allant des exercices supervisés à des routines de loisir, adaptées selon les besoins et les risques des participantes. Chaque étude avait mesuré les conséquences de ces activités sur différents résultats obstétricaux, mettant en lumière les bénéfices potentiels de l'AP en termes de réduction des risques de prééclampsie.

Les analyses effectuées permettaient non seulement de quantifier les effets de l'AP mais aussi de mieux comprendre comment différentes formes et intensités d'activité peuvent influencer positivement les issues de grossesse, en particulier dans des contextes à risque.

Les données, comprenant à la fois des résultats numériques et des descriptions qualitatives, sont reprises dans le **Tableau 2**, y compris des comparaisons avant et après les interventions pour souligner les changements attribuables aux programmes d'exercices.

1. Effets de l'activité physique sur les biomarqueurs placentaires et les réponses cardiovasculaires

Parmi les études sélectionnées, certaines avaient examiné l'influence de l'AP sur les biomarqueurs placentaires et les réponses cardiovasculaires, mettant en avant l'impact potentiel de l'exercice sur les mécanismes sous-jacents de la prééclampsie. [51, 55, 56 et 57]

Dans l'étude menée par Whorton et al. (2024), les chercheurs avaient voulu étudier l'impact de l'AP sur les biomarqueurs placentaires sFlt-1, PlGF et sEng chez les femmes nullipares. Pour ce faire, les participantes étaient réparties en deux groupes basés sur leur temps d'AP de loisirs hebdomadaire. L'AP de loisirs correspond à toutes formes d'exercices physiques pratiquées en dehors du cadre du travail ou bien réalisées de manière obligatoire ou contrainte. Dans cette étude, le groupe « contrôle » pratiquait moins de 150 minutes d'AP par semaine ($>150\text{min/sem}$) et le groupe « intervention » pratiquait 150 minutes ou plus d'AP par semaine ($\geq 150\text{min/sem}$).

Les mesures des biomarqueurs ont été rendues possibles à l'aide d'échantillons de sérum collectés au cours du premier et du deuxième trimestre.

Il faut rappeler ici que des niveaux élevés de sFlt-1 et de sEng, ainsi que des niveaux bas de PlGF, sont associés à un risque accru de prééclampsie. [**Introduction B. 2.**]. Les résultats n'avaient montré aucune différence significative sur les biomarqueurs sEng et PlGF entre les deux groupes au cours des deux premiers trimestres. Cependant, au cours du premier trimestre, on constatait une diminution du biomarqueur sFlt-1 chez le groupe $\geq 150\text{min/sem}$. Cette différence était significative avec des niveaux de sFlt-1 de 893.01 pg/mL contre 846.32 pg/mL pour le groupe réalisant une AP de plus grande quantité sur la semaine. [55]

Ces résultats indiquent que la pratique d'une AP d'au moins 150 minutes hebdomadaire influe favorablement sur les niveaux de biomarqueurs comparé au groupe qui pratiquait moins de temps. De plus, la diminution du marqueur sFlt-1 au premier trimestre suggère que l'AP doit démarrer dès le début de la grossesse pour pouvoir bénéficier de ses avantages.

Une autre étude, menée par Weissgerber et al. (2010) avait exploré les effets d'une pratique régulière de l'AP sur les biomarqueurs angiogéniques chez des groupes de

femmes enceintes et non enceintes, actives et inactives. Les participantes de cette étude étaient réparties en quatre groupes, selon leur niveau d'activité et la présence d'une grossesse ou non. Les paramètres du critère « actif », se basaient sur des activités intenses entraînant une transpiration et pratiquées au moins trois heures par semaine. Le critère « inactif », reposait sur une absence d'AP ou une pratique négligeable.

Les résultats comparaient en premier lieu, les femmes enceintes aux femmes non enceintes, indépendamment de leur niveau d'activité. Le biomarqueur PIGF avait augmenté de façon significative chez les femmes enceintes en comparaison aux femmes non-enceintes. Cette différence souligne le caractère pro angiogénique de la grossesse, indépendamment de l'AP.

Les chercheurs avaient ensuite regardé si la pratique d'un exercice régulier majorait le caractère pro angiogénique déjà présent lors de la grossesse. L'augmentation significative de PIGF chez les femmes enceintes actives par rapport aux femmes enceintes inactives a prouvé la propriété angiogénique de l'AP régulière. De plus, ils avaient examiné les mêmes critères à la suite d'un exercice aigu, qui confirme les mêmes résultats en faveur des femmes enceintes actives avec une augmentation statistiquement significative du PIGF chez les femmes enceintes actives.

Ainsi, on se rend compte que les femmes enceintes actives ont plus de chances d'influencer positivement les niveaux des biomarqueurs placentaires comparativement aux femmes enceintes inactives. Ceci met en exergue les bénéfices de la pratique d'une AP lors de la grossesse sur les mécanismes sous-jacents mis en cause dans la prééclampsie. Au vu des résultats montrant aussi une augmentation du marqueur sFlt-1 chez les femmes inactives non enceintes, il semble primordial de mentionner l'importance de pratiquer une AP avant la grossesse afin de réduire les risques de survenue de prééclampsie en amont de celle-ci. [57]

Il nous faut compléter ces observations avec les effets cardiovasculaires que peut apporter l'AP.

L'étude de Fortner et al. (2011) a montré que différents types d'AP pouvaient permettre de diminuer les troubles hypertensifs mis en cause dans la prééclampsie. Selon cet auteur, la pratique d'une AP dès le début de la grossesse réduisait de

manière significative les risques de développer ces troubles durant la grossesse. Avoir une vie active comme marcher régulièrement, aller au travail à vélo ou encore s'acquitter des tâches domestiques avaient également été associés à une baisse significative de 60% du risque de troubles hypertensifs. [56]

L'analyse de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque de repos est aussi intéressante à traiter dans la survenue de la prééclampsie. En effet, repérer une AP qui n'augmente pas excessivement ces deux critères peut s'avérer utile puisqu'ils sont des facteurs de risques connus de la prééclampsie.

Les études menées par Yeo (2009 et 2010) avaient comparé la fréquence cardiaque de repos ainsi que la pression artérielle chez des femmes enceintes pratiquant des exercices de stretching à des femmes enceintes pratiquant la marche.

Pour la fréquence cardiaque de repos, les résultats avant et après l'intervention montraient des augmentations significatives dans les deux groupes. Le groupe de marche avait subi une hausse d'en moyenne 14 battements par minutes (bpm) de la fréquence cardiaque de repos. Le groupe d'exercices de stretching avait également obtenu une augmentation de la fréquence cardiaque de repos, mais plus légère, avec seulement 8 bpm en moyenne.[51]

Concernant la pression artérielle, la pression artérielle systolique du groupe de marche était restée stable, elle n'avait montré aucun changement significatif après l'intervention. Cependant, la pression artérielle diastolique, avait augmenté de manière significative. Le groupe d'exercices de stretching, avait enregistré une légère diminution significative de la pression systolique et n'avait révélé aucune variation significative dans la pression diastolique. [50]

Ces enseignements permettent de préciser en quoi l'intensité d'un exercice influence les paramètres cardiovasculaires. Même si la marche n'avait pas démontré d'effet sur la pression artérielle systolique, l'augmentation de la pression artérielle diastolique suggère qu'une AP d'intensité modérée ne semble pas la plus adaptée pour prévenir au mieux les risques de prééclampsie. En revanche, le groupe d'exercices de stretching, avait vu sa pression artérielle systolique diminuer et sa fréquence cardiaque de repos augmenter de façon moins importante que le groupe

marche, suggérant que les AP de faible intensité peuvent améliorer ou stabiliser les facteurs cardiovasculaires impliqués dans la pathologie.

Prescrire une AP régulière à raison d'au moins 150 minutes par semaine avant et pendant la grossesse semble donc être hautement recommandé pour prévenir le risque de prééclampsie. Elle aide à maintenir une pression artérielle stable et influencent positivement les niveaux des biomarqueurs placentaires. Mais toutes les AP ne semblent pas équivalentes : mieux vaut choisir une qui n'augmente pas excessivement la fréquence cardiaque de repos pour prévenir au mieux les risques. Les exercices de stretching, sont donc mis en valeur par leur caractère moins agressif sur le système cardiovasculaire. Le type et l'intensité de l'AP doivent donc être adaptés pour optimiser les bénéfices pour la santé de la mère et du fœtus.

2. *Rôle de l'activité physique dans la modulation du stress oxydatif et l'inflammation*

Un moyen potentiel de prévenir la prééclampsie consiste à agir sur la modulation du stress oxydatif et sur la réponse inflammatoire qui en découle. Des chercheurs ont analysé les niveaux de superoxyde dismutase (SOD) et de transferrine, deux marqueurs antioxydants. [48 et 49]

Les études menées par Yeo et al. (2008) et Sankaralingam et al. (2011) avaient comparé les niveaux de transferrine selon deux groupes ; le premier pratiquait de la marche et le second, des exercices de stretching. Avec la même fréquence et la même durée, à savoir cinq fois par semaine pour une session de 40 minutes.

Les deux études avaient constaté une augmentation des niveaux de transferrine jusqu'à l'accouchement dans le groupe des femmes enceintes qui participaient aux sessions d'entraînement. En revanche, chez les marcheuses, ce niveau avait cru initialement puis s'étaient stabilisé au long de la grossesse. Les résultats étaient significatifs pour l'étude comprenant un échantillon de 79 participantes mais ne l'étaient pas pour celle composé de 11 sujets, possiblement en raison de cet effectif restreint. [48 et 49]

En ce qui concerne l'analyse de l'expression de la SOD, l'étude de Sankaralingam et al. (2011) avait conclu les mêmes bienfaits à propos des exercices de stretching. A savoir que l'expression de la SOD était significativement plus élevée chez les femmes du groupe d'exercices de stretching comparé à celles du groupe marche. [49]

Ainsi, avec l'augmentation significative de SOD et de transferrine dans les vaisseaux sanguins, les participantes du groupe des exercices de stretching ont un effet protecteur potentiel plus élevé contre le stress oxydatif que pour le groupe marche. Indirectement, les exercices de stretching pourraient donc jouer un rôle clé dans la prévention de la prééclampsie.

Sur l'implication des réactions inflammatoires dans la survenue de la prééclampsie, une étude de Hawkins et al. (2015) avait analysé la protéine C-réactive (CRP), qui est un marqueur inflammatoire. [46]

Dans ce travail, l'impact de l'exercice sur la CRP avait été mesuré avant et après une intervention de 12 semaines incluant des exercices comme la danse, la marche ou encore le jardinage. Le groupe « contrôle » avait uniquement reçu des informations concernant le bien-être et la santé durant la grossesse. Les résultats avaient montré une augmentation de la CRP pour le groupe « contrôle » et une baisse de celle-ci, dans le groupe « intervention ». Mais ces résultats sont à considérer avec précaution car ils n'étaient statistiquement pas significatifs.

En revanche, l'étude avait évalué au sein même du groupe « intervention », les dosages de CRP des femmes qui avaient diminué le niveau d'AP requis pour l'intervention par rapport à celles qui avaient réussi à le maintenir, voire à l'augmenter. Les résultats avaient montré une différence significative, avec un dosage de CRP augmenté pour les femmes qui avaient diminué le niveau d'AP demandé et une diminution de ce marqueur pour les femmes qui avaient conservé voire accru ce niveau. [46]

Ces résultats suggèrent que pratiquer une AP de manière régulière sans baisser son niveau en termes de durée et/ou de fréquence pourrait aider à réduire l'inflammation pendant la grossesse.

Les trois études précitées témoignent de liens probants entre l'AP et la réduction des risques de prééclampsie grâce à la diminution du marqueur inflammatoire et à l'augmentation des marqueurs antioxydants. D'où l'importance d'intégrer des exercices physiques réguliers ; et notamment des exercices de stretching, durant la grossesse et jusqu'à son terme afin de mieux limiter les risques de prééclampsie et améliorer la santé maternelle.

3. Mesure de l'incidence du diagnostic de la prééclampsie

Cette partie résume les conclusions des différentes recherches sur l'effet de différents protocoles d'AP sur l'apparition de cas de prééclampsie avérés.

Dans un premier temps, il est important de vérifier si l'AP a, de manière générale, une influence sur l'apparition de cas avérés de prééclampsie. Deux études avaient comparé des groupes de femmes enceintes qui pratiquaient de l'exercice régulièrement à des groupes « contrôle » sans intervention.

La recherche menée par Da Silva et al. (2017) avait mis en place un programme de 48 séances, à raison d'une heure d'activité trois fois par semaine. Ce protocole n'avait révélé aucun cas de prééclampsie chez les femmes adhérentes à ce programme contre 5,4% dans le groupe « contrôle ».

Le programme de l'étude de Kasawara et al. (2013) s'était avéré moins lourd, avec seulement une session de vélo stationnaire de 30 minutes par semaine, effectuée jusqu'au terme de la grossesse. Finalement, 12,5% des femmes du groupe « intervention » avaient développé la prééclampsie contre 15,1% dans le groupe « contrôle ».

Les deux résultats n'étaient statistiquement pas significatifs, ne permettant pas de prouver l'implication directe de l'AP sur l'incidence d'une prééclampsie avérée.
[47, 52]

Les études de Pais et al. (2021) et Makhija et al. (2021) avaient analysé l'effet de l'AP en comparant un groupe de femmes qui pratiquaient du yoga à un groupe « contrôle » où les femmes ne suivaient aucun programme spécifique d'AP.

Les deux études avaient leur intervention sur des exercices de posture et des exercices de respiration. La durée et la fréquence différaient : le programme de l'étude de Pais et al. (2021) incluait des séances de 45 minutes quotidiennes alors

que l'étude de Makhija et al. (2021) demandait d'effectuer trois séances de 40 minutes hebdomadaires.

Les résultats mettaient en avant l'impact significatif du yoga sur la réduction de l'incidence de la prééclampsie. En effet, l'étude de Pais et al. (2021) recensait 19,6% de cas de prééclampsie dans le groupe « contrôle » contre seulement 3,3% chez les pratiquantes de yoga. L'étude de Makhija et al. (2021) avait également montré une différence de l'incidence de cette pathologie mais, avec 16,7% de cas pour le groupe « contrôle » contre 3,3% pour les femmes qui pratiquaient le yoga, celle-ci était moins significative. [53, 54]

On peut donc conclure que, seule la pratique quotidienne du yoga a montré des effets significatifs sur l'incidence claire de la prééclampsie et semble donc être une piste prometteuse.

Cela souligne que les routines d'exercices de faible intensité, comprenant des mouvements de yoga, semblent efficaces pour prévenir la survenue de la prééclampsie, s'ils sont réalisés tous les jours avec une durée proche d'une heure d'entraînement par séance.

D'autres études avaient analysé le potentiel préventif de l'AP selon son type. Deux d'entre-elles, toujours ayant comme but d'analyser l'incidence de la prééclampsie avaient exploré les effets de la marche comparativement à des exercices de stretching chez les femmes enceintes, à partir de la 18^{ème} semaine de grossesse jusqu'au terme. Les participantes du groupe de marche devaient marcher à une intensité modérée et les femmes de l'autre groupe réalisaient des exercices de stretching sans effort d'endurance ou de résistance. Les deux groupes suivaient le même schéma, soit 5 cinq séances par semaine d'une durée de 40 minutes chacune. Les résultats des deux études n'avaient montré aucune différence significative entre les 2 groupes dans l'incidence de la prééclampsie. [48,49,50 et 51] Les données chiffrées sont répertoriées dans le **Tableau 2**.

Des recherches plus approfondies avec un échantillon plus large semblent nécessaires pour établir le lien entre les constatations significatives des bénéfiques sur les marqueurs physiologiques impliqués dans la prééclampsie et l'absence de résultats significatifs sur son incidence avec les exercices de stretching.

Un autre paramètre de l'AP : la durée, était interrogée pour émettre une recommandation sur le temps total par semaine nécessaire pour réduire le risque de prééclampsie.

Une étude avait spécifiquement répondu à cette notion via un échantillon de 85 139 femmes enceintes, réparties en fonction du nombre de minutes qu'elles consacraient à l'AP chaque semaine. Les catégories allaient de l'absence totale d'AP à plus de 420 minutes par semaine. Par ailleurs, l'étude avait classé les activités en fonction de leur intensité, allant d'exercices modérés à vigoureux.

Les auteurs, Østerdal et al. (2009) avaient utilisé le groupe ne pratiquant aucune AP hebdomadaire comme étant le groupe « contrôle ». Il servait de base pour comparer l'incidence de la prééclampsie avec les autres groupes.

Les groupes ayant une AP de durée moyenne allant de 1 à 269 minutes par semaine avaient obtenu aucune différence significative dans l'incidence de la prééclampsie. On pourrait s'attendre à voir une forte diminution des cas de prééclampsie pour les groupes qui avaient réalisé une AP de longue durée, dépassant 270 minutes par semaine. Seulement, c'est l'inverse qui a été observé. En effet, l'étude notait que cette durée d'AP, qu'elle soit modérée ou vigoureuse comme le jogging, le badminton ou encore la natation, pouvait être délétère. Ces résultats significatifs étaient particulièrement vrais pour la marche rapide et le vélo, où le risque de prééclampsie était significativement plus important. [44]

Une fois de plus, on ne constate pas de lien direct entre la durée de l'AP avec la réduction de cas de prééclampsie avérés. Cependant, si l'AP est fortement recommandée durant la grossesse, il existe un seuil au-delà duquel elle peut devenir contreproductive, voire dangereuse.

L'adhésion au programme d'exercices est une variable qui devrait être au cœur du plan d'entraînement. Deux études dont nous avons déjà évoqué les résultats avaient pris en compte ce critère. [47, 50]

Malgré la fourniture de kits de vêtements, de chaussures de sport ainsi que la mise en place de navette assurant un transport facile pour les femmes enceintes jusqu'à la salle de sport, l'adhésion moyenne des participantes dans l'étude Da Silva et al. (2017) n'était pas suffisamment élevée, avec 27 séances réalisées sur 48 proposées.

Un peu moins de la moitié des femmes avaient dépassé 70% de participations aux séances recommandées par l'étude. [47]

De son côté, l'étude menée par Yeo (2009), avait montré que les femmes qui pratiquaient des exercices de stretching avaient globalement davantage adhéré au programme que celles appartenant au groupe de marche et, ce, de manière significative. L'adhésion du groupe d'exercices de stretching était restée relativement stable tout au long de la grossesse contrairement aux marcheuses dont le nombre de séances avait diminué. Cette disparité significative peut sans doute s'expliquer par la facilité et le confort à pratiquer des exercices de stretching par rapport à la marche, surtout à mesure que la grossesse progresse. [50]

L'adhérence à l'exercice apparaît comme un élément majeur à prendre en compte et joue une grande importance dans l'efficacité de l'AP, notamment dans un programme personnalisé pour la femme enceinte.

Il ressort de ces résultats variés qu'adapter l'intensité et la durée d'une AP est primordial. Le yoga semble être l'AP de choix puisqu'il est le seul à montré une diminution significative du risque de cas de prééclampsie avérés. En revanche, les exercices d'endurance modérés n'avaient pas montré d'effets bénéfiques significatifs quant à la prévention de cette pathologie. Cependant aucun effet délétère n'a été constaté pour la femme enceinte et le fœtus. En revanche, l'exercice excessif de longue durée devient contreproductif s'il dépasse 270 minutes par semaine. [50]

L'engagement dans un programme d'activité semble être crucial. Ce facteur est à prendre en compte lors de la mise en place d'un plan d'entraînement, d'autant que plus la grossesse avance, plus se mobiliser et se déplacer devient contraignant.

C. Moyen de prévention de la prééclampsie et activité physique

En tenant compte des résultats des 13 études sélectionnées et des interprétations de celles-ci, il en ressort des points importants concernant la pratique de l'AP pendant la grossesse pour prévenir au mieux le risque de prééclampsie.

La pratique de l'AP doit s'effectuer de manière régulière et être répartie sur toute la semaine. Un seuil de 270 minutes par semaine d'une activité modérée ou

vigoureuse semble néfaste pour l'évolution de la grossesse, hormis si la femme enceinte est une sportive confirmée et qu'elle est suivie par un spécialiste.

Un consensus semble être trouvé sur la pratique du yoga et des exercices de stretching. Ils permettraient de bénéficier des avantages de l'AP tout en mettant moins en contrainte le système cardiovasculaire et adhérer plus facilement au programme physique. L'adhésion à l'AP est le point le plus pertinent et primordial pour réussir à maintenir une AP jusqu'au bout de la grossesse.

La pratique de l'AP doit être rigoureuse, et cela jusqu'à la fin de la grossesse, pour agir sur tous les paramètres qui entraînent des complications gestationnelles. De plus, si la pratique peut être commencée avant même le début de la grossesse, on se rend compte que les bénéfices seront majorés.

IV. DISCUSSION

L'objectif de ce travail de fin d'étude est de comprendre l'implication de l'AP dans l'incidence de la prééclampsie chez la femme enceinte. Nous avons sélectionné les études les plus pertinentes par rapport à notre objet de recherche. Il était important que les critères d'évaluation et d'intervention proposés soient différents. En effet, l'interprétation des résultats est plus riche en termes d'AP, de durée, de fréquence et permet de proposer une réponse plus globale à notre question de départ. Des propositions en matière d'exercice physique pendant la grossesse ont ainsi émergé.

Selon les 13 études retenues, la pratique et le maintien d'une AP sont recommandés tout au long de la grossesse pour diminuer le risque de prééclampsie. Même si certains résultats s'avèrent non significatifs, tous les travaux sont unanimes sur le fait qu'une AP encadrée n'est pas néfaste pour les femmes enceintes et n'entraîne pas de complications gestationnelles. Bien évidemment, le suivi régulier par un spécialiste est fortement conseillé car certaines grossesses peuvent présenter des contre-indications absolues, voire nécessiter un alitement sur toute la période de la grossesse. [58]

Il se dégage également un consensus scientifique sur le type, l'intensité, la fréquence et la durée de l'AP. Il concerne le yoga et les exercices de stretching d'intensité faible à modérée, d'une durée moyenne de 150 min par semaine et réparti de manière régulière sur la semaine. La prise en compte des performances antérieures de la femme enceinte est fondamentale pour adapter au mieux le programme d'exercice. Une attention particulière doit être portée aux préférences de la femme enceinte en matière d'AP afin qu'elle puisse adhérer à la pratique sur le long terme. Par ailleurs, des modifications du programme établi doivent être possibles pendant les neuf mois de grossesse, en fonction de l'évolution de la santé et de la forme physique de la mère. [52]

Au cours de notre travail, nous nous sommes demandés si ce modèle de prévention de l'AP dans la prééclampsie avait été testé chez les animaux et quels en étaient les résultats ?

A. Moyen de prévention de la prééclampsie chez les animaux et activité physique

Pour trouver les causes hypothétiques qui impactent la survenue de la prééclampsie, des études ont analysé les phénomènes mis en cause dans cette pathologie sur des animaux.

D'un point de vue éthique et pour ne pas mettre en danger la femme enceinte, on rencontre évidemment des limites à tester et mettre en place un nouveau plan de traitement dans le domaine médical chez les humains. Le sujet concerne la femme enceinte, il est donc inenvisageable de mettre en péril une grossesse pour réaliser des investigations. La meilleure solution pour avoir des réponses sur la survenue de la prééclampsie a été d'étudier celle-ci sur des animaux [60].

Une étude menée par Bakrania et al. (2022), a analysé les mécanismes physiopathologiques de la prééclampsie sur des souris, des rats et des primates non humains. Le modèle de perfusion utéro-placentaire réduite chez le rat (RUPP) a particulièrement été observé car il imite les réponses du système cardio-vasculaire lorsqu'une ischémie placentaire se présente, mimant la physiopathologie de la prééclampsie.

Les résultats pointent une corrélation entre l'apparition d'une hypertension artérielle provoquée chez la mère avec la présence d'une ischémie placentaire et d'un dysfonctionnement endothélial entrainé par une augmentation du niveau de sFlt-1 et une diminution du biomarqueur PlGF. L'expérience a aussi valorisé le rôle de l'inflammation et des réponses immunitaires sur l'hypertension artérielle provoquée chez la mère dans la prééclampsie.

Ces récentes connaissances pourraient initier de nouveaux plans de traitement. Ils consisteraient en l'administration de biomarqueurs pour corriger la balance pro/anti angiogénique en faveur de l'angiogenèse, tels que les marqueurs PlGF. Comme pour toute thérapeutique, avant d'être transposés chez les humains, ces premiers résultats doivent être validés par des essais cliniques. La perspective qui pourrait déboucher sur une solution face au facteur génétique non modifiable en cause dans la prééclampsie est encourageante face à l'enjeu de santé publique que représente cette maladie encore méconnue. [61]

Une autre étude réalisée par Miralles et al. (2019) s'est intéressé au rôle de la génétique. Elle indique que chez les souris, une surexpression du gène STOX1 entraîne un phénotype semblable à celui de la prééclampsie. Il contribuerait à la l'émergence de la prééclampsie et des complications post partum telles que la fibrose cardiaque, les marqueurs inflammatoires et le stress oxydatif, encore présentes 8 mois après l'accouchement. [62]

Une étude, menée par le Centre de Recherche du Centre Hospitalier de l'Université de Montréal (CRCHUM) en collaboration avec l'Université du Québec à Montréal (l'UQAM), a examiné l'effet de l'exercice physique sur la croissance et le développement placentaire dans le modèle animal. Impossible chez les femmes enceintes, des analyses approfondies du placenta ont été réalisées.

Un groupe « intervention », constitué de souris ayant accès à une roue d'exercice durant 4 semaines au total, avant et pendant la gestation, a été comparé à un groupe « contrôle » composé de souris sédentaires.

Les résultats ont montré de manière significative que le groupe « intervention » avait une croissance placentaire augmentée, un développement de l'angiogenèse favorisé, une diminution du facteur anti angiogénique sFlt-1 ainsi qu'une diminution de l'hypertension artérielle pendant et après la gestation. Il en découle un effet préventif de l'AP sur le développement des facteurs responsables de la survenue de la prééclampsie. [63]

Des études menées sur des animaux confirment donc significativement les bienfaits de l'AP dans la prééclampsie. Les 13 études précitées sur les femmes enceintes vont plus ou moins dans le même sens bien que les résultats soient moins probants. Il est possible que cela soit causé par différents facteurs perturbateurs non contrôlés qui ont pu masquer les véritables avantages de l'AP. Des éléments tels que le tabagisme, l'indice de masse corporel (IMC), ainsi que les antécédents médicaux participent à la bonne santé globale [13]. On sait aussi que le statut socio-économique et l'origine ethnique jouent un rôle dans l'accès aux soins à titre informatif et pratique selon les revenus moyens et le niveau économique du pays. [64] Également, l'expression génétique n'étant pas similaire selon l'ethnie, les réponses physiologiques dues aux interventions peuvent différer. [65]

Or, dans les 13 études sélectionnées, ces différents facteurs externes n'ont pas été analysés indépendamment les uns des autres mais ont été répartis de manière hétérogène entre les groupes « intervention » et « contrôle ». Ce qui empêche de considérer l'influence de chaque critère sur la prééclampsie.

Mais, en tenant compte des effets remarquables sur les animaux non soumis à ces critères (tabagisme, etc.), il est fort probable qu'ils aient été sous-estimés chez les femmes enceintes et mériteraient d'être scrutés de plus près.

Au-delà de ces critères, pourrait-il être envisageable que les conditions climatiques, notamment la chaleur, jouent également un rôle dans l'incidence de la prééclampsie ?

B. La chaleur mise en cause

Un autre critère mis en cause dans la survenue de la prééclampsie pourrait être les conditions thermiques auxquelles la femme enceinte est exposée.

Dans la littérature, plusieurs revues traitent des conséquences de la chaleur sur une grossesse. Selon une étude menée par Tran et al. (2015), les femmes dont le premier trimestre de grossesse se déroulait en été avaient un risque 1,53 fois plus élevé de développer la prééclampsie que celles dont le premier trimestre se déployait en hiver. [66]

Une exposition à un stress thermique entraîne une transpiration importante, une augmentation de la fréquence cardiaque, une redistribution du flux sanguin, une vasodilatation des vaisseaux sanguins cutanés permettant la dissipation de chaleur. [67] Cependant, la femme enceinte est très sensible aux variations de température, la thermorégulation étant plus difficile à contrôler durant la grossesse. [68] Elle se retrouve confrontée à un stress thermique qu'elle n'arrive pas à réguler tout de suite. Si ce stress est présent trop longtemps au premier trimestre, il perturbe l'organogenèse qui se met en place à cette période. Cette perturbation peut entraîner des déficiences cardiaques, neurologiques et peut amener à des complications gestationnelles telles que la prééclampsie. [69,70]

La survenue de la prééclampsie en présence de stress thermique est liée à l'incapacité de la femme à réguler son flux sanguin et, par conséquent, l'apport sanguin nécessaire à l'embryon, pouvant entraîner une croissance placentaire anormale, responsable de celle-ci. [71]

Lors du troisième trimestre, le fœtus nécessite des besoins plus importants en raison de son développement croissant. Ainsi, une exposition à un stress thermique à cette période peut avoir des conséquences délétères. [69]

Or l'AP, qui constitue une des recommandations et des méthodes potentielles de prévention de la prééclampsie, peut provoquer, elle aussi, un stress thermique dans certaines circonstances. En effet, elle entraîne une augmentation de la température corporelle, à laquelle il faut porter attention afin d'éviter qu'elle devienne un facteur aggravant. Il semble donc primordial de préconiser un exercice qui n'entraîne pas de stress thermique, c'est-à-dire, d'éviter les exercices entraînant une transpiration excessive et augmentant de manière importante la température corporelle. Des AP d'intensité vigoureuse et de longue durée s'avèrent logiquement proscrits. [72]

Selon Østerdal et al. (2009), une durée supérieure à 270 minutes par semaine est néfaste pour réduire le risque de prééclampsie ; elle serait même délétère. [44]

En outre, pratiquer une AP dans un environnement chaud semble inapproprié pour prévenir cette pathologie. Concrètement, un environnement est considéré comme chaud au-dessus de 25°C dans l'air. [69]

A titre d'exemple, l'étude de Shashar et al. (2020), démontrent que les femmes bédouines ont un risque plus élevé de développer la prééclampsie comparativement à la population juive. En tant que femmes nomades, elles sont fortement exposées à la chaleur lors de leurs longues marches dans le désert, sans avoir accès à des infrastructures climatisées, ni à l'eau pour se rafraîchir, à l'inverse de la population juive. [69]

Ces résultats mettent en avant l'implication de la chaleur dans la survenue et l'évolution de la prééclampsie. Il est donc préconisé aux femmes enceintes d'éviter tout stress thermique, en pratiquant une AP qui n'augmente pas la température corporelle de manière excessive, ainsi que de réaliser celle-ci dans un endroit frais. On peut donc se demander quelle AP est la plus recommandée pour limiter ces sources et facteurs aggravants ?

C. Types d'activités physiques bénéfiques

Compte tenu des résultats discutés précédemment, il est pertinent de proposer une AP qui minimise le stress physiologique, en évitant l'augmentation de la température corporelle et les contraintes cardiaques, car le métabolisme de la femme enceinte est déjà très sollicité par les besoins du fœtus. De plus, si l'AP est intense et nouvelle pour la future mère, elle pourrait majorer les douleurs musculosquelettiques. Or, le gain de poids pendant la grossesse amplifie déjà les contraintes articulaires. [73] Cette accroissement pondéral, associé à une demande croissante des apports, principalement sanguins, vers le fœtus peuvent aussi surcharger le cœur et provoquer un essoufflement. [74] Ainsi, il faut que l'exercice reste agréable afin qu'il soit maintenu tout au long de la grossesse.

Une méta-analyse, regroupant neuf études, a examiné l'impact de différents types d'exercices sur la prééclampsie. Parmi eux, des AP de faible intensité ont été réalisées avec des exercices corps-esprit et des AP d'intensité modérée comme des exercices d'endurance ou encore des exercices de résistance.

Les résultats obtenus sur l'incidence de la prééclampsie dans les deux groupes séparément étaient, une fois de plus, non significatifs. On peut donc encore se poser la question de l'influence des facteurs externes, car les groupes étaient répartis de façon hétérogène. Cependant, quand on compare les deux groupes entre eux, une diminution significative du risque de prééclampsie a été constatée en faveur des exercices de faible intensité. C'est-à-dire que les exercices corps et esprit semblent avoir un impact plus important sur la réduction de la survenue de la prééclampsie. [75]

Parmi les 13 études sélectionnées, six discutent des bienfaits du stretching et du yoga en comparaison soit à un groupe témoin, soit à des exercices d'endurance comme la marche. [48, 49, 50, 51, 53 et 54]

Il ressort, une fois de plus, que les exercices de faible intensité, tels que le yoga et les étirements, sont associés à un risque réduit de prééclampsie. De plus, les exercices de stretching reposant sur des positions d'étirement sont beaucoup moins contraignants. Ce sont pour la plupart des exercices statiques ne mettant pas en contrainte le système cardio-vasculaire et articulaire, ainsi l'effort perçu est

beaucoup moins élevé chez les femmes enceintes. Elles ressentent moins d'essoufflement et de douleur durant la pratique de tels exercices. [73,74] Des valeurs de fréquence cardiaque et de pression artérielle ont été mesurées, montrant une incidence plus élevée dans le groupe de marche plutôt que le groupe des exercices de stretching. [50, 51]

En plus de permettre une diminution plus marquée du risque de prééclampsie, ces exercices corps et esprit jouent un rôle dans le bien-être psychique des femmes enceintes. La grossesse n'est pas un long fleuve tranquille : des périodes de doute, d'angoisse allant parfois jusqu'à la dépression peuvent s'installer tout au long de celle-ci. [76] La morphologie change rapidement, mettant parfois à mal la vision esthétique de soi-même. [77]

Dans une étude menée par Babbar et al. (2016), le yoga durant la grossesse offre plusieurs bienfaits, notamment en réduisant la dépression, l'anxiété, les douleurs lombaires, les troubles du sommeil et est associé à un travail moins douloureux lors de l'accouchement. Le yoga englobe un système de posture (asanas), de respiration profonde (pranayama) et de méditation, permettant d'améliorer la force et la condition physique, tout en réduisant la contrainte sur le système cardio-vasculaire, musculosquelettique et la thermorégulation. Dû à tous ces effets positifs apparents, l'AP est ressentie comme moins contraignante et apporte des solutions pour le sentiment de bien-être général. [78]

Outre les exercices de stretching et le yoga, qui ont été beaucoup discutés, la natation semblerait également être une activité adaptée à la femme enceinte. Elle procure cette sensation de bien-être due à la légèreté du corps dans l'eau qu'on ne retrouve pas sur terre et du fait que les articulations ne soient pas mises sous contrainte. D'autant plus que, pratiquer une AP dans l'eau permettrait de réduire les œdèmes et l'augmentation de la température corporelle cutanée, à condition que l'eau soit à une température adéquate ; à savoir aux alentours de 28 à 30°C. [79]

Au vu de ces effets positifs qui rejoignent ceux du yoga et des exercices de stretching, les exercices pratiqués en milieu aquatique semblent faire partie des AP conseillées pour la femme enceinte. Néanmoins, comme analysé précédemment dans l'étude de Østerdal et al. (2009), une durée supérieure à 270 minutes serait

délétère pour celles qui n'avaient pas l'habitude de pratiquer ce type d'effort antérieurement à la grossesse. [44]

De plus, les femmes enceintes ont largement mentionné une sensation éprouvante d'exercer une l'AP jusqu'au terme de la grossesse. Selon une étude menée par Marshall et al. (2015), des femmes enceintes ont réalisé 5 minutes de marche sur un tapis roulant à 20 et 32 semaines de grossesse à la vitesse choisie. L'AP a été considérée par les femmes enceintes, comme plus difficile à 32 semaines de grossesse comparativement à 20 semaines de grossesse. Pour réduire l'effort perçu, elles ont alors réduit leur vitesse, permettant une AP d'intensité plus faible. [80]

Il est alors légitime de se demander si les effets positifs procurés par le yoga et l'activité aquatique permettent une adhésion à un programme d'entraînement à long terme jusqu'à l'accouchement ?

D. Adhésion au programme d'exercice physique

On constate qu'un facteur important pouvant jouer un rôle dans l'incidence de la prééclampsie et de certains marqueurs serait l'adhérence à l'exercice. En effet, à travers la littérature, on constate parfois que les femmes enceintes n'arrivent pas à maintenir un niveau d'AP identique du début jusqu'à la fin de la grossesse. [80] L'adhérence à l'exercice joue donc une grande importance dans l'efficacité de l'AP.

Dans l'étude menée par Yeo (2009), il est analysé comment l'adhésion à un programme d'exercice comprenant la marche ou les exercices de stretching pourrait être responsable de la rééducation de la survenue de la prééclampsie. Ainsi, les résultats en faveur des exercices de stretching comparés à la marche semblent être principalement dus au caractère plus faisable et moins pénible à réaliser lors de la grossesse. [50] Il paraît intuitif qu'au plus une personne adhère à une certaine AP, plus elle réussira à maintenir cette activité dans le temps et au plus elle pourra en tirer les bénéfices.

Un autre critère favorisant l'adhésion pendant la grossesse est l'encadrement professionnel. La fourniture de vidéos des exercices [48, 49, 50 et 51], des rappels téléphoniques [46, 53 et 54], la tenue d'un journal [53, 54], la surveillance des

exercices par des professionnels de l'éducation physique [47, 52] aident les femmes à maintenir plus facilement leur routine et à respecter les niveaux d'activités préconisés. [81]

Par conséquent, il semble important de prendre en compte l'adhérence des femmes enceintes à une AP pour qu'elles puissent en tirer les bénéfices. Pour cela, il semble justifié de conseiller une AP de faible intensité durant la grossesse, mettant le moins possible en souffrance le système cardio-vasculaire et musculosquelettique. Ainsi, les exercices de stretching, de yoga et de natation semblent fortement recommandés durant la grossesse. [50, 79] D'une part pour maintenir une AP constante sur toute la période de la grossesse et d'autre part pour percevoir les bénéfices qui découlent de cette AP, comme le bien-être maternel, la gestion de la prise de poids, la santé et les complications gestationnelles, en particulier ici la prééclampsie. [78] Du moins, il ne faut pas minimiser les préférences de la femme enceinte en matière d'exercice physique. La proposition d'un programme d'exercice individualisé selon le contexte et les envies propres à chacune est indispensable pour permettre une bonne adhérence tout au long de la grossesse. [81]

Au terme de cette discussion, plusieurs facteurs de risques peuvent être impliqués dans la survenue de la prééclampsie : allant du mode de vie et des conditions de bonne santé jusqu'aux conditions climatiques, en passant par la pratique d'un programme d'AP précis. Tant de points distincts mis en lumière, qui montrent la complexité de cette pathologie et les difficultés rencontrées pour la prévenir.

A défaut d'en savoir plus actuellement sur cette maladie, l'application de bonnes pratiques en matière de santé globale restent préconisées : éviter le tabagisme, l'alcool, manger sainement et pratiquer une AP régulière. Il a aussi été montré que la chaleur environnante et corporelle représentait un facteur aggravant sur la survenue de la prééclampsie, mettant à mal la régulation de la température maternelle et fœtale et ainsi entraînant des conséquences sur l'homéostasie générale. Le type d'AP semble être à prendre en compte pour offrir les meilleurs bénéfices sur les complications durant la grossesse. Des exercices peu contraignants pour le système cardio-vasculaire et musculosquelettique et n'impactant pas la

thermorégulation ont fait leurs preuves quant à la diminution du risque de prééclampsie. On parle d'exercices de stretching, de yoga et de natation qui sont, qui plus est, accessibles avec un effort ressenti moindre par les femmes enceintes. Autant de facteurs permettant de renforcer l'adhésion à une AP tout au long de la grossesse, condition indispensable pour tirer les bénéfices de la pratique physique jusqu'au terme de la grossesse et en post partum.

V. POINTS FORTS ET LIMITES

A. Points forts

Ce mémoire traite un sujet crucial et actuel. En sélectionnant 13 études via les critères PICO, il examine des éléments essentiels tels que le type, l'intensité, la durée et la fréquence de l'activité physique, ce qui permet d'enrichir la compréhension des différentes stratégies de prévention envisageables et de combler un manque d'information à propos de ce sujet.

B. Limites

Cette revue narrative étudiant l'impact de l'AP comme prévention de la prééclampsie présente certaines limites et nuances.

La diversité des méthodes pour mesurer l'AP peut compliquer la comparaison et l'interprétation directe des résultats. Bien que cela puisse être intéressant d'analyser plusieurs méthodes, il peut être plus difficile de synthétiser les conclusions.

De plus, le fait que certaines études ciblent une origine précise a pu limiter la généralisation des résultats due aux facteurs génétique, climatique, culturel et socio-économique. De même, la courte durée de suivi de certaines études n'a pas permis une évaluation complète des effets de l'AP à long terme sur la prééclampsie.

Un autre point critique est le manque de signification statistique dans de nombreux résultats, ce qui rend l'interprétation de ceux-ci plus difficile.

Enfin, dans certaines études, les chercheurs utilisent des questionnaires d'AP autodéclarés qui peuvent être peu fiables, car ils reposent sur l'honnêteté et la mémoire des participantes, ce qui a pu induire des biais.

Ces limitations nous indiquent qu'il est nécessaire de poursuivre la recherche avec une méthodologie plus vigoureuse et approfondie.

VI. CONCLUSION

Au terme de ce travail, il paraît évident que la prééclampsie constitue un enjeu de santé publique mondial. Si tous les facteurs de risques de cette pathologie qui touche les femmes durant leur grossesse ne sont pas encore bien définies, il apparaît d'ores et déjà urgent de mettre en place une prévention primaire.

A commencer par la sensibilisation et l'information des femmes enceintes et du grand public, pour faire prendre conscience de cette pathologie, de ses symptômes et permettre un diagnostic précoce. De plus, adopter les mesures générales de bonne hygiène de vie en matière de santé est nécessaire pour permettre une action préventive. Ainsi, on retrouve l'évitement du tabac, avoir une alimentation équilibrée et pratiquer une AP.

Des recherches ciblées, intégrant notamment des facteurs exogènes comme le statut socio-économique des femmes, leur hygiène de vie, etc., doivent encore être lancées indépendamment pour comprendre ce qui sous-tend cette pathologie. Mais, au vu des études scientifiques publiées que nous avons analysé, l'AP durant la grossesse est essentielle pour prévenir certaines complications gestationnelles, mais aussi pour améliorer la santé physique et psychique maternelle et fœtale. En revanche, l'avis d'un spécialiste de la santé est requis pour constater tout cas de contre-indications qui empêcherai cette pratique d'exercices physiques.

Bien que l'impact direct de l'AP sur l'incidence de la prééclampsie nécessite encore des recherches et la réalisation d'études, on constate des bénéfices significatifs sur des biomarqueurs cardio-vasculaires, inflammatoires et placentaires, encourageant l'intégration de ceux-ci dans le plan de traitement préventif sur la survenue et l'évolution de la prééclampsie. Le yoga et les exercices de stretching ont fait leurs preuves quant à la réduction de ces mécanismes sous-jacents entraînant la prééclampsie. Ces exercices qui comportent des étirements ne sont pas violents pour le corps et peuvent être pratiqués jusqu'au terme de la grossesse. Deux facteurs de taille car l'AP contre la prééclampsie apporte des bienfaits si elle est régulière et si elle est pratiquée à une intensité faible à modérée. L'idéal serait sans doute de la faire avant pour que les bénéficiés soient déjà installés.

VII. BIBLIOGRAPHIE

- [1] Soma-Pillay, P., Nelson-Piercy, C., Tolppanen, H., & Mebazaa, A. (2016). Physiological changes in pregnancy. *Cardiovascular journal of Africa*, 27(2), 89–94. <https://doi.org/10.5830/CVJA-2016-021>
- [2] Roberts, J. M., Pearson, G., Cutler, J., Lindheimer, M., & NHLBI Working Group on Research on Hypertension During Pregnancy (2003). Summary of the NHLBI Working Group on Research on Hypertension During Pregnancy. *Hypertension (Dallas, Tex. : 1979)*, 41(3), 437–445. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.0000054981.03589.E9>
- [3] Béranger, C. (2014). Perception des facteurs de risque et modalités de prise en charge initiale de la prééclampsie. Enquête menée en 2013 auprès de 53 sages-femmes assurant des consultations anténatales en Meurthe-et-Moselle. *Médecine humaine et pathologie*. (hal-01844555)
- [4] MSD Manuals. (s. d.). Pré-éclampsie et éclampsie. Consulté le 23 avril 2024, sur <https://www.msdmanuals.com/fr/professional/gynécologie-et-obstétrique/anomalies-de-la-grossesse/pré-éclampsie-et-éclampsie>
- [5] Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). (Date de publication non spécifiée). Prééclampsie. Récupéré le 24 avril 2024, sur <https://www.inserm.fr/dossier/pre-eclampsie/#>
- [6] Yang, Y., & Wu, N. (2022). Gestational Diabetes Mellitus and Preeclampsia: Correlation and Influencing Factors. *Frontiers in cardiovascular medicine*, 9, 831297. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.831297>
- [7] Meher, S., & Duley, L. (2006). Exercise or other physical activity for preventing pre-eclampsia and its complications. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2006(2), CD005942. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005942>
- [8] Christopher W. Ives, Rachel Sinkey, Indranee Rajapreyar, Alan T.N. Tita, Suzanne Oparil, Preeclampsia—Pathophysiology and Clinical Presentations: JACC State-of-the-Art Review, *Journal of the American College of Cardiology*, Volume 76, Issue 14, 2020
- [9] Mészáros, B., Kukor, Z., & Valent, S. (2023). Recent Advances in the Prevention and Screening of Preeclampsia. *Journal of clinical medicine*, 12(18), 6020. <https://doi.org/10.3390/jcm12186020>
- [10] Weissgerber, T. L., Wolfe, L. A., & Davies, G. A. (2004). The role of regular physical activity in preeclampsia prevention. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(12), 2024–2031. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000147627.35139.dc>

- [11] Vaiman, D., & Miralles, F. (2016). Targeting STOX1 in the therapy of preeclampsia. *Expert opinion on therapeutic targets*, 20(12), 1433–1443. <https://doi.org/10.1080/14728222.2016.1253682>
- [12] Preeclampsia Foundation. (s.d.). What are the risk factors for preeclampsia? An updated research perspective. Récupéré le 21 avril 2024, sur <https://www.preeclampsia.org/the-news/health-information/what-are-the-risk-factors-for-preeclampsia-an-updated-research-perspective>
- [13] Chudasama, Y. V., Khunti, K., Gillies, C. L., Dhalwani, N. N., Davies, M. J., Yates, T., & Zaccardi, F. (2020). Healthy lifestyle and life expectancy in people with multimorbidity in the UK Biobank: A longitudinal cohort study. *PLoS medicine*, 17(9), e1003332. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003332>
- [14] Mottola, M. F., Davenport, M. H., Ruchat, S.-M., Davies, G. A., Poitras, V., Gray, C. E., Jaramillo Garcia, A., Barrowman, N., Adamo, K. B., Duggan, M., Barakat, R., Chilibeck, P., Fleming, K., Forte, M., Korolnek, J., Nagpal, T., Slater, L., Stirling, D., Zehr, L., et al. (2018). 2019 Canadian guideline for physical activity throughout pregnancy. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, 40(11), 1538-1548. <https://doi.org/10.1016/j.jogc.2018.07.001>
- [15] LaMarca, B. D., Alexander, B. T., Gilbert, J. S., Ryan, M. J., Sedeek, M., Murphy, S. R., & Granger, J. P. (2008). Pathophysiology of hypertension in response to placental ischemia during pregnancy: a central role for endothelin?. *Gender medicine*, 5 Suppl A(Suppl A), S133–S138. <https://doi.org/10.1016/j.genm.2008.03.013>
- [16] Rana, S., Lemoine, E., Granger, J. P., & Karumanchi, S. A. (2019). Preeclampsia: Pathophysiology, Challenges, and Perspectives. *Circulation research*, 124(7), 1094–1112. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.118.313276>
- [17] Herraiz, I., Simón, E., Gómez-Arriaga, P. I., Martínez-Moratalla, J. M., García-Burguillo, A., Jiménez, E. A., & Galindo, A. (2015). Angiogenesis-Related Biomarkers (sFlt-1/PLGF) in the Prediction and Diagnosis of Placental Dysfunction: An Approach for Clinical Integration. *International journal of molecular sciences*, 16(8), 19009–19026. <https://doi.org/10.3390/ijms160819009>
- [18] Leños-Miranda, A., Campos-Galicia, I., Berumen-Lechuga, M. G., Molina-Pérez, C. J., García-Paleta, Y., Isordia-Salas, I., & Ramírez-Valenzuela, K. L. (2015). Circulating Angiogenic Factors and the Risk of Preeclampsia in Systemic Lupus Erythematosus Pregnancies. *The Journal of rheumatology*, 42(7), 1141–1149. <https://doi.org/10.3899/jrheum.141571>
- [19] Tousoulis D. (2020). Arterial hypertension: New concepts in diagnosis and treatment?. *Hellenic journal of cardiology : HJC = Hellenike kardiologike epitheorese*, 61(3), 145–147. <https://doi.org/10.1016/j.hjc.2020.08.003>
- [20] Sibai B. M. (2003). Diagnosis and management of gestational hypertension and preeclampsia. *Obstetrics and gynecology*, 102(1), 181–192. [https://doi.org/10.1016/s0029-7844\(03\)00475-7](https://doi.org/10.1016/s0029-7844(03)00475-7)

- [21] Srialluri, N., Surapaneni, A., Chang, A., Mackeen, A. D., Paglia, M. J., & Grams, M. E. (2023). Preeclampsia and Long-term Kidney Outcomes: An Observational Cohort Study. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*, 82(6), 698–705. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2023.04.010>
- [22] Assurance Maladie. (s.d.). Diagnostic et évolution de la prééclampsie. Repéré le 22 avril 2024, de <https://www.ameli.fr/loire-atlantique/assure/sante/devenir-parent/grossesse/difficultes-et-maladies-pendant-la-grossesse/preeclampsie/diagnostic-evolution>
- [23] Carvalho, M. A., Bejjani, L., Francisco, R. P. V., Patino, E. G., Vivanti, A., Batista, F. S., Zugaib, M., Mercier, F. J., Bernardes, L. S., & Benachi, A. (2021). Outcomes following medical termination versus prolonged pregnancy in women with severe preeclampsia before 26 weeks. *PloS one*, 16(2), e0246392. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246392>
- [24] Ives, C. W., Sinkey, R., Rajapreyar, I., Tita, A. T. N., & Oparil, S. (2020). Preeclampsia-Pathophysiology and Clinical Presentations: JACC State-of-the-Art Review. *Journal of the American College of Cardiology*, 76(14), 1690–1702. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.08.014>
- [25] Zeisler H, Llorba E, Chantraine F, Vatish M, Staff AC, Sennstrom M, et al. Predictive value of the sFlt-1: PlGF ratio in women with suspected preeclampsia. *N Engl J Med*. 2016; 374(1):13–22. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1414838> PMID: 26735990
- [26] Dathan-Stumpf, A., Rieger, A., Verlohren, S., Wolf, C., & Stepan, H. (2022). sFlt-1/PlGF ratio for prediction of preeclampsia in clinical routine: A pragmatic real-world analysis of healthcare resource utilisation. *PloS one*, 17(2), e0263443. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263443>
- [27] Yan, S., Cui, S., Zhang, L., Yang, B., Yuan, Y., Lv, X., Fu, H., Li, Y., Huang, C., & Wang, P. (2020). Expression of ACKR2 in placentas from different types of preeclampsia. *Placenta*, 90, 121–127. <https://doi.org/10.1016/j.placenta.2019.12.015>
- [28] Tsatsaris, V., Fournier, T., & Winer, N. (2008). Physiopathologie de la prééclampsie [Pathophysiology of preeclampsia]. *Journal de gynécologie, obstétrique et biologie de la reproduction*, 37(1), 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.jgyn.2007.08.003>
- [29] Aloizos, S., Seretis, C., Liakos, N., Aravosita, P., Mystakelli, C., Kanna, E., & Gourgiotis, S. (2013). HELLP syndrome: understanding and management of a pregnancy-specific disease. *Journal of obstetrics and gynaecology : the journal of the Institute of Obstetrics and Gynaecology*, 33(4), 331–337. <https://doi.org/10.3109/01443615.2013.775231>
- [30] Syed, H., Slayman, T., & DuChene Thoma, K. (2021). ACOG Committee Opinion No. 804: Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the

Postpartum Period. *Obstetrics and gynecology*, 137(2), 375–376.
<https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000004266>

[31] Wang, S. M., Dezinno, P., Maranets, I., Berman, M. R., Caldwell-Andrews, A. A., & Kain, Z. N. (2004). Low back pain during pregnancy: prevalence, risk factors, and outcomes. *Obstetrics and gynecology*, 104(1), 65–70.
<https://doi.org/10.1097/01.AOG.0000129403.54061.0e>

[32] Sharif, K., Watad, A., Bragazzi, N. L., Lichtbroun, M., Amital, H., & Shoenfeld, Y. (2018). Physical activity and autoimmune diseases: Get moving and manage the disease. *Autoimmunity reviews*, 17(1), 53–72.
<https://doi.org/10.1016/j.autrev.2017.11.010>

[33] Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., Nieman, D. C., Swain, D. P., & American College of Sports Medicine (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(7), 1334–1359.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>

[34] Miko, H. C., Zillmann, N., Ring-Dimitriou, S., Dorner, T. E., Titze, S., & Bauer, R. (2020). Auswirkungen von Bewegung auf die Gesundheit [Effects of Physical Activity on Health]. *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))*, 82(S 03), S184–S195.
<https://doi.org/10.1055/a-1217-0549>

[35] Saint-Maurice, P. F., Graubard, B. I., Troiano, R. P., Berrigan, D., Galuska, D. A., Fulton, J. E., & Matthews, C. E. (2022). Estimated Number of Deaths Prevented Through Increased Physical Activity Among US Adults. *JAMA internal medicine*, 182(3), 349–352. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2021.7755>

[36] Chen, H., Chen, C., Spanos, M., Li, G., Lu, R., Bei, Y., & Xiao, J. (2022). Exercise training maintains cardiovascular health: signaling pathways involved and potential therapeutics. *Signal transduction and targeted therapy*, 7(1), 306.
<https://doi.org/10.1038/s41392-022-01153-1>

[37] Société Canadienne de Psychologie. (2016). *L'activité physique, la santé mentale, la motivation*. Société Canadienne de Psychologie.
https://cpa.ca/docs/File/Publications/FactSheets/FS_Lactivite_physique_la_sante_mentale_la_motivation_FR_novembre2016.pdf

[38] Álvarez Carnero, E., Guilford, B.L., Quesnel, D.A., Cardona-Gonzalez, C., Robert-McComb, J.J., Fernandez-del-Valle, M. (2023). Exercise Guidelines During Pregnancy. In: Robert-McComb, J.J., Zumwalt, M., Fernandez-del-Valle, M. (eds) *The Active Female*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15485-0_27

[39] Sánchez-Polán, M., Adamo, K., Silva-Jose, C., Zhang, D., Refoyo, I., & Barakat, R. (2023). Physical Activity and Self-Perception of Mental and Physical

Quality of Life during Pregnancy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of clinical medicine*, 12(17), 5549. <https://doi.org/10.3390/jcm12175549>

[40] Navas, A., Carrascosa, M. D. C., Artigues, C., Ortas, S., Portells, E., Soler, A., Yañez, A. M., Bennasar-Veny, M., & Leiva, A. (2021). Effectiveness of Moderate-Intensity Aerobic Water Exercise during Pregnancy on Quality of Life and Postpartum Depression: A Multi-Center, Randomized Controlled Trial. *Journal of clinical medicine*, 10(11), 2432. <https://doi.org/10.3390/jcm10112432>

[41] Wadhwa, Y., Alghadir, A. H., & Iqbal, Z. A. (2020). Effect of Antenatal Exercises, Including Yoga, on the Course of Labor, Delivery and Pregnancy: A Retrospective Study. *International journal of environmental research and public health*, 17(15), 5274. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155274>

[42] Guinhouya, B. C., Duclos, M., Enea, C., & Storme, L. (2022). Beneficial Effects of Maternal Physical Activity during Pregnancy on Fetal, Newborn, and Child Health: Guidelines for Interventions during the Perinatal Period from the French National College of Midwives. *Journal of midwifery & women's health*, 67 Suppl 1(Suppl 1), S149–S157. <https://doi.org/10.1111/jmwh.13424>

[43] Artal, R., & O'Toole, M. (2003). Guidelines of the American College of Obstetricians and Gynecologists for exercise during pregnancy and the postpartum period. *British journal of sports medicine*, 37(1), 6–12. <https://doi.org/10.1136/bjism.37.1.6>

[44] Østerdal, M. L., Strøm, M., Klemmensen, A. K., Knudsen, V. K., Juhl, M., Halldorsson, T. I., Nybo Andersen, A. M., Magnus, P., & Olsen, S. F. (2009). Does leisure time physical activity in early pregnancy protect against pre-eclampsia? Prospective cohort in Danish women. *BJOG : an international journal of obstetrics and gynaecology*, 116(1), 98–107. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2008.02001.x>

[45] Keller, C., & Fleury, J. (2006). Factors related to physical activity in Hispanic women. *The Journal of cardiovascular nursing*, 21(2), 142–145. <https://doi.org/10.1097/00005082-200603000-00012>

[46] Hawkins, M., Braun, B., Marcus, B. H., Stanek, E., 3rd, Markenson, G., & Chasan-Taber, L. (2015). The impact of an exercise intervention on C - reactive protein during pregnancy: a randomized controlled trial. *BMC pregnancy and childbirth*, 15, 139. <https://doi.org/10.1186/s12884-015-0576-2>

[47] Da Silva, S. G., Hallal, P. C., Domingues, M. R., Bertoldi, A. D., Silveira, M. F. D., Bassani, D., da Silva, I. C. M., da Silva, B. G. C., Coll, C. V. N., & Evenson, K. (2017). A randomized controlled trial of exercise during pregnancy on maternal and neonatal outcomes: results from the PAMELA study. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 14(1), 175. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0632-6>

[48] Yeo, S., Davidge, S., Ronis, D. L., Antonakos, C. L., Hayashi, R., & O'Leary, S. (2008). A comparison of walking versus stretching exercises to reduce the

incidence of preeclampsia: a randomized clinical trial. *Hypertension in pregnancy*, 27(2), 113–130. <https://doi.org/10.1080/10641950701826778>

[49] Sankaralingam, S., Jiang, Y., Davidge, S. T., & Yeo, S. (2011). Effect of exercise on vascular superoxide dismutase expression in high-risk pregnancy. *American journal of perinatology*, 28(10), 803–810. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1284230>

[50] Yeo S. (2009). Adherence to walking or stretching, and risk of preeclampsia in sedentary pregnant women. *Research in nursing & health*, 32(4), 379–390. <https://doi.org/10.1002/nur.20328>

[51] Yeo S. (2010). Prenatal stretching exercise and autonomic responses: preliminary data and a model for reducing preeclampsia. *Journal of nursing scholarship : an official publication of Sigma Theta Tau International Honor Society of Nursing*, 42(2), 113–121. <https://doi.org/10.1111/j.1547-5069.2010.01344.x>

[52] Kasawara, K. T., Burgos, C. S., do Nascimento, S. L., Ferreira, N. O., Surita, F. G., & Pinto E Silva, J. L. (2013). Maternal and Perinatal Outcomes of Exercise in Pregnant Women with Chronic Hypertension and/or Previous Preeclampsia: A Randomized Controlled Trial. *ISRN obstetrics and gynecology*, 2013, 857047. <https://doi.org/10.1155/2013/857047>

[53] Pais, M., Pai, M. V., Kamath, A., Bhat, R., Bhat, P., & Joisa, G. H. (2021). A Randomized Controlled Trial on the Efficacy of Integrated Yoga on Pregnancy Outcome. *Holistic nursing practice*, 35(5), 273–280. <https://doi.org/10.1097/HNP.0000000000000472>

[54] Makhija, A., Khatik, N., & Raghunandan, C. (2021). A randomized control trial to study the effect of integrated yoga on pregnancy outcome in hypertensive disorder of pregnancy. *Complementary therapies in clinical practice*, 43, 101366. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2021.101366>

[55] Whorton, A. E., Pan, A. Y., & Palatnik, A. (2024). Effects of physical activity on placental analytes in nulliparous persons. *European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology*, 292, 158–162. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2023.11.018>

[56] Fortner, R. T., Pekow, P. S., Whitcomb, B. W., Sievert, L. L., Markenson, G., & Chasan-Taber, L. (2011). Physical activity and hypertensive disorders of pregnancy among Hispanic women. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(4), 639–646. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181f58d3e>

[57] Weissgerber, T. L., Davies, G. A., & Roberts, J. M. (2010). Modification of angiogenic factors by regular and acute exercise during pregnancy. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 108(5), 1217–1223. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00008.2010>

[58] Cilar Budler, L., & Budler, M. (2022). Physical activity during pregnancy: a systematic review for the assessment of current evidence with future

recommendations. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 14(1), 133. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00524-z>

[59] Swindle, T., Martinez, A., Børshheim, E., & Andres, A. (2020). Adaptation of an exercise intervention for pregnant women to community-based delivery: a study protocol. *BMJ open*, 10(9), e038582. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-038582>

[60] Mukherjee, P., Roy, S., Ghosh, D., & Nandi, S. K. (2022). Role of animal models in biomedical research: a review. *Laboratory animal research*, 38(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s42826-022-00128-1>

[61] Bakrania, B. A., George, E. M., & Granger, J. P. (2022). Animal models of preeclampsia: investigating pathophysiology and therapeutic targets. *American journal of obstetrics and gynecology*, 226(2S), S973–S987. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2020.10.025>

[62] Miralles, F., Collinot, H., Boumerdassi, Y., Ducat, A., Duché, A., Renault, G., Marchiol, C., Lagoutte, I., Bertholle, C., Andrieu, M., Jacques, S., Méhats, C., & Vaiman, D. (2019). Long-term cardiovascular disorders in the STOX1 mouse model of preeclampsia. *Scientific reports*, 9(1), 11918. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48427-3>

[63] Genest, D. S., Falcao, S., Michel, C., Lacasse, A. A., Vaillancourt, C., Gutkowska, J., & Lavoie, J. L. (2012). OS060. Exercise training promotes placental growth and development in an animal model of preeclampsia superimposed on chronic hypertension. *Pregnancy hypertension*, 2(3), 209–210. <https://doi.org/10.1016/j.preghy.2012.04.061>

[64] Khanijahani, A., Iezadi, S., Gholipour, K., Azami-Aghdash, S., & Naghibi, D. (2021). A systematic review of racial/ethnic and socioeconomic disparities in COVID-19. *International journal for equity in health*, 20(1), 248. <https://doi.org/10.1186/s12939-021-01582-4>

[65] Martínez, K. G., Franco-Chaves, J. A., Milad, M. R., & Quirk, G. J. (2014). Ethnic differences in physiological responses to fear conditioned stimuli. *PloS one*, 9(12), e114977. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114977>

[66] Tran, T. C., Boumendil, A., Bussieres, L., Lebreton, E., Ropers, J., Rozenberg, P., & Aegerter, P. (2015). Are Meteorological Conditions within the First Trimester of Pregnancy Associated with the Risk of Severe Pre-Eclampsia?. *Paediatric and perinatal epidemiology*, 29(4), 261–270. <https://doi.org/10.1111/ppe.12196>

[67] Islam, M. R., Golovin, K., & Dolez, P. I. (2023). Clothing Thermophysiological Comfort: A Textile Science Perspective. *Textiles*, 3(4), 353–407. <https://doi.org/10.3390/textiles3040024>

[68] Wells J. C. (2002). Thermal environment and human birth weight. *Journal of theoretical biology*, 214(3), 413–425. <https://doi.org/10.1006/jtbi.2001.2465>

- [69] Shashar, S., Kloog, I., Erez, O., Shtein, A., Yitshak-Sade, M., Sarov, B., & Novack, L. (2020). Temperature and preeclampsia: Epidemiological evidence that perturbation in maternal heat homeostasis affects pregnancy outcome. *PLoS one*, 15(5), e0232877. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232877>
- [70] Sultana Z, Maiti K, Aitken J, Morris J, Dedman L, Smith R. Oxidative stress, placental ageing-related pathologies and adverse pregnancy outcomes. *Am J Reprod Immunol*. 2017;77(5):e12653. doi: 10.1111/aji.12653
- [71] Samuels, L., Nakstad, B., Roos, N., Bonell, A., Chersich, M., Havenith, G., Luchters, S., Day, L. T., Hirst, J. E., Singh, T., Elliott-Sale, K., Hetem, R., Part, C., Sawry, S., Le Roux, J., & Kovats, S. (2022). Physiological mechanisms of the impact of heat during pregnancy and the clinical implications: review of the evidence from an expert group meeting. *International journal of biometeorology*, 66(8), 1505–1513. <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02301-6>
- [72] Rekha, S., Nalini, S. J., Bhuvana, S., Kanmani, S., & Vidhya, V. (2023). A Comprehensive Review on Hot Ambient Temperature and its Impacts on Adverse Pregnancy Outcomes. *Journal of mother and child*, 27(1), 10–20. <https://doi.org/10.34763/jmotherandchild.20232701.d-22-00051>
- [73] Borg-Stein, J., & Dugan, S. A. (2007). Musculoskeletal disorders of pregnancy, delivery and postpartum. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 18(3), 459–ix. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2007.05.005>
- [74] Lee, S. Y., Chien, D. K., Huang, C. H., Shih, S. C., Lee, W. C., & Chang, W. H. (2017). Dyspnea in pregnancy. *Taiwanese journal of obstetrics & gynecology*, 56(4), 432–436. <https://doi.org/10.1016/j.tjog.2017.04.035>
- [75] Paulsen, C. P., Bandak, E., Edemann-Callesen, H., Juhl, C. B., & Händel, M. N. (2023). The Effects of Exercise during Pregnancy on Gestational Diabetes Mellitus, Preeclampsia, and Spontaneous Abortion among Healthy Women-A Systematic Review and Meta-Analysis. *International journal of environmental research and public health*, 20(12), 6069. <https://doi.org/10.3390/ijerph20126069>
- [76] Dalke, K. B., Wenzel, A., & Kim, D. R. (2016). Depression and Anxiety During Pregnancy: Evaluating the Literature in Support of Clinical Risk-Benefit Decision-Making. *Current psychiatry reports*, 18(6), 59. <https://doi.org/10.1007/s11920-016-0698-x>
- [77] Tutkuvienė, J., Juskaite, A., Katinaite, J., Silove, S., Drasutis, J., Sargautyte, R., Ramasauskaite, D., & Drasutiene, G. (2018). Body image issues in Lithuanian females before and during pregnancy. *Anthropologischer Anzeiger; Bericht über die biologisch-anthropologische Literatur*, 75(1), 9–17. <https://doi.org/10.1127/anthranz/2018/0779>
- [78] Babbar, S., & Shyken, J. (2016). Yoga in Pregnancy. *Clinical obstetrics and gynecology*, 59(3), 600–612. <https://doi.org/10.1097/GRF.0000000000000210>

- [79] Baciuk, E. P., Pereira, R. I., Cecatti, J. G., Braga, A. F., & Cavalcante, S. R. (2008). Water aerobics in pregnancy: Cardiovascular response, labor and neonatal outcomes. *Reproductive health*, 5, 10. <https://doi.org/10.1186/1742-4755-5-10>
- [80] Marshall, M. R., & Pivarnik, J. M. (2015). Perceived Exertion of Physical Activity During Pregnancy. *Journal of physical activity & health*, 12(7), 1039–1043. <https://doi.org/10.1123/jpah.2013-0458>
- [81] Knudsen, S. P., Roland, C. B., Alomairah, S. A., Jessen, A. D., Maindal, H. T., Bendix, J. M., Clausen, T. D., Løkkegaard, E., Stallknecht, B., & Mølsted, S. (2024). The effect of exercise training and motivational counselling on physical activity behaviour and psychosocial factors in pregnant women: secondary analyses of the FitMum randomised controlled trial investigating prenatal physical activity. *BMC public health*, 24(1), 92. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-17525-3>

VIII. ANNEXES

ANNEXE 1: Tableau PICO

Catégorie	Détails
Population	Femmes enceintes, y compris des spécificités telles que nullipares, physiquement inactives, ayant des antécédents de prééclampsie, hypertendues, à différentes semaines de gestation, et de diverses nationalités (notamment Hispaniques).
Intervention	Principalement exercices de stretching, yoga, et marche, ainsi que d'autres activités physiques variées telles que danse, jardinage, endurance, vélo, tapis roulant, musculation.
Comparaison	Comparaisons incluant principalement exercices de stretching versus marche, yoga versus aucune activité. D'autres études comparent différentes intensités d'activité physique ou différents types d'exercices entre eux.
Outcome	Principalement l'incidence de la prééclampsie avec aussi des biomarqueurs placentaires, adhérence aux exercices, fréquence cardiaque de repos, expression de la superoxyde dismutase, analyses placentaires et autres réponses autonomes. Les mesures des outcomes incluent des variables physiologiques et des marqueurs de santé maternelle et fœtale.

ANNEXE 2 : Équations de recherche

PubMed : (« Pregnancy"[MeSH Terms] OR "Pregnant Women"[MeSH Terms]) AND ("Pre-Eclampsia"[MeSH Terms] OR "Preeclampsia"[Title/Abstract]) AND ("Exercise"[MeSH Terms] OR "Physical Activity"[Title/Abstract] OR "Exercise Therapy"[MeSH Terms]) AND ("Prevention and Control"[Subheading] OR "Preventive Health Services"[MeSH Terms] OR "Disease Prevention"[Title/Abstract])

Scopus: (TITLE-ABS-KEY ("pre-eclampsia" OR "preeclampsia" OR "pregnancy-induced hypertension") AND TITLE-ABS-KEY ("physical activity" OR "exercise" OR "aerobic exercise" OR "resistance training" OR "exercise therapy") AND TITLE-ABS-KEY ("prevention" OR "prophylaxis") AND TITLE-ABS-KEY ("pregnant women" OR "maternal health" OR "pregnancy outcomes"))

Embase: ('pregnancy'/exp OR 'pregnant woman') AND ('pre-eclampsia'/exp OR 'preeclampsia':ab,ti) AND ('exercise'/exp OR 'physical activity':ab,ti OR 'exercise therapy'/exp) AND ('prevention'/exp OR 'preventive health service':ab,ti OR 'disease prevention':ab,ti)

RÉSUMÉ

Ce mémoire explore une pathologie encore méconnue bien que relativement fréquente chez les femmes enceintes, la prééclampsie. Cette complication grave de la grossesse se caractérise par une hypertension et une protéinurie, entraînant un risque sérieux pour la santé maternelle et fœtale.

Notre travail part du postulat que l'activité physique pourrait servir de prévention à cette maladie, en raison des changements physiologiques bénéfiques qu'elle induit. Il s'appuie sur une revue narrative et une analyse de la littérature scientifique sur le sujet, qui inclue des essais contrôlés et des études observationnelles.

La pratique d'une activité physique régulière semble diminuer significativement les biomarqueurs placentaires liés à la prééclampsie et améliorer également les indicateurs cardiovasculaires. Des limites existent cependant. Ainsi, mieux vaut favoriser des exercices de faible intensité (exercice de stretching, yoga, etc.) et d'une durée modérée et être suivi par un professionnel de santé. Par ailleurs, l'adhésion de la femme enceinte aux programmes d'activité doit être totale.

Enfin, des facteurs exogènes à la personne (niveau social et culturel, tabagisme, etc.) n'ont pas été analysés indépendamment dans les études. Or, ils pourraient jouer un rôle dans la survenue d'une prééclampsie.

Déjà indiquée pour maintenir une bonne hygiène de vie et une bonne santé, l'activité physique constitue une stratégie préventive contre la prééclampsie.

Des interventions spécifiques et adaptées, idéalement individualisées, pourraient améliorer les performances de santé chez les femmes enceintes.