

# Hiệu quả sàng lọc ung thư cổ tử cung của máy soi cổ tử cung Dr.Cervicam C20 tại Bệnh viện Phụ sản Trung ương

Nguyễn Văn Thắng<sup>1</sup>, Đặng Thị Hồng Thiện<sup>1\*</sup>, Nguyễn Thị Hồng Phương<sup>1</sup>, Nguyễn Đức Hà<sup>1</sup>, Đào Minh Hưng<sup>1</sup>, Đào Huy Quang<sup>1</sup>, Nguyễn Bảo Giang<sup>1</sup>, Vương Hoàng Linh<sup>1</sup>, Nguyễn Thùy Trang<sup>1</sup>, Hoàng Phương Ly<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bệnh viện Phụ sản Trung ương

doi: 10.46755/vjog.2024.4.1737

Tác giả liên hệ (Corresponding author): Đặng Thị Hồng Thiện, email: thiendanghong@gmail.com

Nhận bài (received): 18/9/2024 - Chấp nhận đăng (accepted): 04/10/2024

## Tóm tắt

**Đặt vấn đề:** Ung thư cổ tử cung là gánh nặng bệnh tật lớn đối với phụ nữ trên toàn thế giới. Trí tuệ nhân tạo đang được nghiên cứu đưa vào các chương trình sàng lọc ung thư cổ tử cung. Máy tầm soát ung thư cổ tử cung Dr.Cervicam C20 là một công cụ được thử nghiệm triển khai tại nhiều quốc gia.

**Mục tiêu:** Đánh giá kết quả sàng lọc ung thư cổ tử cung của máy tầm soát ung thư cổ tử cung Dr.Cervicam C20.

**Phương pháp:** Nghiên cứu tiến cứu mô tả cắt ngang trên các đối tượng khám sàng lọc ung thư cổ tử cung tại Bệnh viện Phụ sản Trung ương từ tháng 12/2023 đến tháng 08/2024.

**Kết quả:** Thu được từ 160 đối tượng nghiên cứu, Dr.Cervicam C20 có độ nhạy và độ đặc hiệu trong phát hiện tổn thương tiền ung thư và ung thư cổ tử cung lần lượt là 90,5% và 84,2%.

**Kết luận:** Như vậy, Dr.Cervicam C20 là một phương pháp sàng lọc ung thư cổ tử cung hiệu quả cao.

**Từ khóa:** ung thư cổ tử cung, Dr.Cervicam C20, trí tuệ nhân tạo.

## Cervical cancer screening results using Dr.Cervicam C20 device at the National Hospital Obstetrics and Gynecology in Viet Nam

Nguyen Van Thang<sup>1</sup>, Dang Thi Hong Thien<sup>1\*</sup>, Nguyen Thi Hong Phuong<sup>1</sup>, Nguyen Duc Ha<sup>1</sup>, Dao Minh Hung<sup>1</sup>, Dao Huy Quang<sup>1</sup>, Nguyen Bao Giang<sup>1</sup>, Vuong Hoang Linh<sup>1</sup>, Nguyen Thuy Trang<sup>1</sup>, Hoang Phuong Ly<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Hospital of Obstetrics and Gynecology

## Abstract

**Introduction:** Cervical cancer represents a major disease burden for women worldwide. Artificial intelligence is being researched into cervical cancer screening programs. Cervical cancer screening machine Dr.Cervicam C20 is a tool tested and deployed in many countries.

**Objectives:** To evaluate the cervical cancer screening results using the Dr.Cervicam C20 device.

**Methods:** The study is a cross-sectional descriptive prospective study on cervical cancer screening service at the National Hospital of Obstetrics and Gynecology from December 2023 to August 2024.

**Results:** Through analysis of results obtained from 160 research subjects, it showed that Dr.Cervicam C20 demonstrated a sensitivity and specificity in detecting precancerous and cancerous cervical lesions of 90.5% and 84.2%, respectively.

**Conclusions:** Thus, the Dr.Cervicam C20 device is a highly effective method for cervical cancer screening.

**Keywords:** Cervical cancer, Dr.Cervicam C20, Artificial Intelligence.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ung thư cổ tử cung là bệnh ung thư phổ biến thứ tư ở phụ nữ trên toàn thế giới, sau ung thư vú, ung thư đại trực tràng và ung thư phổi, trung bình 604127 ca mắc mới mỗi năm [1]. Đây cũng là nguyên nhân phổ biến thứ tư gây tử vong do ung thư ở phụ nữ trên toàn thế giới với 341831 ca tử vong vào năm 2018 [1], [2]. Trong đó, gần 70% gánh nặng bệnh tật toàn cầu đến từ các khu vực kém phát triển như Châu Phi, Nam Á và Đông Nam Á [3].

Phòng ngừa và sàng lọc ban đầu cho đến nay là phương thức hiệu quả nhất để giảm gánh nặng chăm sóc sức khỏe và tỷ lệ tử vong do ung thư cổ tử cung. Hướng dẫn mới nhất của Tổ chức Y tế Thế giới khuyến nghị ba phương pháp sàng lọc để phát hiện sớm ung thư cổ tử cung: Xét nghiệm HPV, tế bào học (bao gồm xét nghiệm tế bào cổ tử cung truyền thống và xét nghiệm tế bào học nhúng dịch) và kiểm tra trực quan bằng axit axetic (Visual Inspection with Acetic Acid - VIA) [4]. Tuy

nhiên, tại các nước thu nhập thấp nguồn lực cho chăm sóc y tế còn hạn chế đặc biệt thiếu hụt đội ngũ chuyên gia cũng như điều kiện cơ sở thực hiện xét nghiệm cho các phương pháp sàng lọc tiêu chuẩn.

Việc sử dụng trí tuệ nhân tạo (artificial intelligence - AI) có khả năng mô phỏng trí tuệ con người trong thực hành lâm sàng cho thấy tiềm năng cải thiện chất lượng chăm sóc sức khỏe và tối ưu hiệu quả chi phí. Các thuật toán học máy (Machine Learning) có thể xử lý nhanh chóng lượng lớn dữ liệu và đã được áp dụng thành công trong rất nhiều lĩnh vực Y học như chẩn đoán hình ảnh, giải phẫu bệnh lý [5]. Trong lĩnh vực phòng ngừa ung thư cổ tử cung, nhiều nỗ lực đã được thực hiện trong việc phát triển hệ thống đánh giá nguy cơ dựa vào công nghệ AI. Nhiều hệ thống đã được đề xuất để cải thiện chất lượng và mở rộng việc sàng lọc ung thư cổ tử cung, đặc biệt ở các nước có thu nhập trung bình thấp. Máy tầm soát ung thư cổ tử cung Dr.Cervicam C20 là một thiết bị giúp sàng lọc ung thư cổ tử cung từ xa, dựa trên thuật toán trí tuệ nhân tạo và có sự hỗ trợ quyết định y học của các chuyên gia. Hiện nay Dr.Cervicam C20 đã được thử nghiệm tại nhiều quốc gia trên thế giới và đưa ra kết quả ban đầu rất khả quan [4]. Chúng tôi tiến hành nghiên cứu này nhằm đánh giá hiệu quả của máy Dr.Cervicam C20 trên các bệnh nhân sàng lọc ung thư cổ tử cung tại Bệnh viện Phụ sản Trung ương.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Các bệnh nhân khám sàng lọc ung thư cổ tử cung tại Bệnh viện Phụ sản Trung ương từ tháng 12/2023 đến tháng 08/2024.

- Tiêu chuẩn lựa chọn: người bệnh đến khám phụ khoa có chỉ định sàng lọc ung thư cổ tử cung.
- Tiêu chuẩn loại trừ:
  - + Viêm âm đạo, cổ tử cung cấp;
  - + Viêm vùng chậu cấp và mãn tính;
  - + Đã phẫu thuật điều trị cổ tử cung trong vòng 3 tháng (bao gồm sinh thiết cổ tử cung);
  - + Đã từng xạ trị vùng chậu;

## 3. KẾT QUẢ

### 3.1. Hiệu quả sàng lọc ung thư cổ tử cung của Dr.Cervicam C20

**Bảng 1.** Đối chiếu kết quả Dr.Cervicam C20 với tổn thương cổ tử cung

Đối chiếu kết quả Dr.Cervicam C20 và tổn thương cổ tử cung (n)		Tổn thương cổ tử cung (n)		Tổng (n)
		Bình thường	Bất thường	
Dr.Cervicam C20 (n)	Bình thường	64	8	72
	Bất thường	12	76	88
Tổng (n)		76	84	160
		Độ đặc hiệu = 64/76 = 84,2%	Độ nhạy = 76/84 = 90,5%	

Dr.Cervicam C20 có độ nhạy và độ đặc hiệu lần lượt là 90,5% và 84,2%.

- + Chảy máu đường sinh dục;
- + Mang thai.

### 2.2. Cỡ mẫu

Công thức tính cỡ mẫu:

$$n = Z_{1-\alpha/2}^2 \frac{p(1-p)}{d^2}$$

Trong đó:

- + n: là cỡ mẫu cần nghiên cứu
- +  $Z_{1-\alpha/2}$ : hệ số tin cậy ở mức xác suất 95% (= 1,96)
- + p: tỷ lệ mắc tổn thương tiền ung thư và ung thư cổ tử cung theo nghiên cứu của Merera D là 15,7% [6].
- + d: khoảng sai lệch theo mong muốn (chọn giá trị 0,06)

Cỡ mẫu tối thiểu là 142 bệnh nhân. Trong thời gian nghiên cứu chúng tôi thu thập được 160 bệnh nhân.

### 2.3. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu tiến cứu mô tả cắt ngang.

### 2.4. Quy trình nghiên cứu

Bệnh nhân được tiến hành song song sàng lọc ung thư cổ tử cung theo Hướng dẫn quốc gia và soi cổ tử cung bằng máy Dr. Cervicam C20.

### 2.5. Xử lý số liệu

Số liệu được nhập và xử lý theo chương trình SPSS 20.0. Sử dụng các thuật toán T - test (Student) tính trung bình và  $\chi^2$ , test Fisher để kiểm định so sánh các kết quả. Kết quả được đánh giá thông qua so sánh độ nhạy và độ đặc hiệu của máy Dr.Cervicam C20 so với xét nghiệm tế bào cổ tử cung và xét nghiệm HPV. Sự khác nhau giữa các thông số được coi là có ý nghĩa thống kê khi  $p < 0,05$ .

### 2.6. Đạo đức nghiên cứu

- Nghiên cứu được Hội đồng Khoa học và đạo đức Bệnh viện Phụ sản Trung ương thông qua.
- Đối tượng nghiên cứu được giải thích rõ ràng về mục đích nghiên cứu và tự nguyện tham gia.
- Hệ thống sàng lọc ung thư cổ tử cung bằng máy Dr.Cervicam C20 không ảnh hưởng tới kết quả, phương pháp điều trị, tiên lượng của bệnh nhân trong nghiên cứu.
- Số liệu chỉ nhằm mục đích phục vụ nghiên cứu.
- Kết quả được công bố tổng hợp, không cung cấp thông tin định danh cá nhân.

### 3.2. Hiệu quả sàng lọc ung thư cổ tử cung của tế bào học

**Bảng 2.** Đối chiếu kết quả tế bào học với tổn thương cổ tử cung

Đối chiếu kết quả tế bào học và tổn thương cổ tử cung (n)		Tổn thương cổ tử cung (n)		Tổng (n)
		Bình thường	Bất thường	
Tế bào học (n)	Bình thường	63	16	79
	Bất thường	13	68	81
Tổng (n)		76	84	160

Độ đặc hiệu = 63/76 = 82,9%      Độ nhạy = 68/84 = 81,0%

Xét nghiệm tế bào cổ tử cung có độ nhạy và độ đặc hiệu lần lượt là 81% và 82,9%.

### 3.3. Hiệu quả sàng lọc ung thư cổ tử cung của xét nghiệm HPV

**Bảng 3.** Đối chiếu kết quả HPV với tổn thương cổ tử cung

Đối chiếu kết quả HPV và tổn thương cổ tử cung (n)		Tổn thương cổ tử cung (n)		Tổng
		Bình thường	Bất thường	
HPV (n)	Bình thường	23	1	24
	Bất thường	53	83	136
Tổng		76	84	160

Độ đặc hiệu = 23/76 = 30,3%      Độ nhạy = 83/84 = 98,8%

Xét nghiệm HPV có độ nhạy và độ đặc hiệu lần lượt là 98,8% và 30,3%.

### 3.4. Hiệu quả sàng lọc ung thư cổ tử cung của Dr.Cervicam C20 phối hợp xét nghiệm tế bào học

**Bảng 4.** Dr.Cervicam C20 phối hợp xét nghiệm tế bào học

Dr.Cervicam C20 phối hợp xét nghiệm tế bào học (n)		Tổn thương cổ tử cung (n)		Tổng
		Bình thường	Bất thường	
Dr.Cervicam C20 + tế bào học (n)	Bình thường	72	2	74
	Bất thường	4	82	86
Tổng		76	84	160

Độ đặc hiệu = 72/76 = 94,7%      Độ nhạy = 82/84 = 97,85%

Máy Dr.Cervicam C20 phối hợp tế bào cổ tử cung có độ nhạy và độ đặc hiệu trong sàng lọc tổn thương tiền ung thư và ung thư cổ tử cung lần lượt là 97,6% và 94,7%.

### 3.5. Hiệu quả sàng lọc ung thư cổ tử cung của Dr.Cervicam C20 phối hợp xét nghiệm HPV

**Bảng 5.** Dr.Cervicam C20 phối hợp xét nghiệm HPV

Dr.Cervicam C20 phối hợp xét nghiệm HPV (n)		Tổn thương cổ tử cung (n)		Tổng
		Bình thường	Bất thường	
Dr.Cervicam C20 + HPV (n)	Bình thường	66	0	66
	Bất thường	10	84	94
Tổng		76	84	160

Độ đặc hiệu = 66/76 = 86,8%      Độ nhạy = 84/84 = 100%

Máy Dr.Cervicam C20 phối hợp xét nghiệm HPV có độ nhạy và độ đặc hiệu trong sàng lọc tổn thương tiền ung thư và ung thư cổ tử cung lần lượt là 100% và 86,8%.

## 4. BÀN LUẬN

Nghiên cứu của chúng tôi bao gồm 160 bệnh nhân, trong đó ghi nhận 76 trường hợp cổ tử cung bình thường,

44 trường hợp cổ tử cung có tổn thương CIN 1, 30 trường hợp tổn thương CIN 2, 6 trường hợp tổn thương CIN 3/ CIS và 4 trường hợp ung thư cổ tử cung xâm nhập.

Kết quả phân tích Dr.Cervicam C20 cho thấy AI phát hiện được 76 trong tổng số 84 trường hợp có tổn thương, tương ứng độ nhạy 90,5% và độ đặc hiệu 84,2%. Ngoài ra, AI còn phát hiện tất cả 10 trường hợp có tổn thương cổ tử cung mức độ CIN 3 trở lên. Khi so sánh với nghiên cứu của một số tác giả được liệt kê trong bảng 6, Dr.Cervicam C20 cũng như các hệ thống soi cổ tử cung tự động khác có hiệu quả khá cao và tương đối đồng nhất với nhau với độ nhạy dao động trên dưới 90% [7], [8], [9]. Thậm chí Dr.Cervicam C20 có độ nhạy vượt trội hơn có ý nghĩa thống kê so với phương pháp soi cổ tử cung cổ điển trong nghiên cứu của Miyaji và cộng sự năm 2019 (90,6% so với 82%,  $p < 0,05$ ) [10]. Để giải thích cho hiệu quả cao và đồng nhất này, một vài lý do có thể được đưa ra. Thứ nhất Dr.Cervicam C20 có ưu điểm dễ sử dụng với quy trình thực hiện rất đơn giản và ngắn gọn, các bác sĩ có thể tiến hành sàng lọc với hiệu quả tối ưu chỉ qua một thời gian ngắn tập huấn. Thứ hai hình ảnh cổ tử cung được phân tích tự động dựa vào hệ thống trí tuệ nhân tạo dựa trên hệ thống dữ liệu khổng lồ gồm hơn 100000 hình ảnh cổ tử cung cả bình thường và bệnh lý. Chính vì vậy kết quả sàng lọc được đưa ra với tính khách quan cao.

So với các phương pháp sàng lọc ung thư cổ tử cung tiêu chuẩn, Dr.Cervicam C20 cũng có những ưu điểm nhất định. Đối ngược với hiệu quả cao và tương đối đồng nhất của các hệ thống soi cổ tử cung tự động sử dụng

trí tuệ nhân tạo trong các nghiên cứu khác nhau được nêu trong bảng 6, xét nghiệm tế bào cổ tử cung lại có độ nhạy thấp và dao động rất nhiều giữa các trung tâm xét nghiệm khác nhau từ 32,1% đến 87,5% [11], [12]. Thậm chí ở các nước kém phát triển, các phân tích tổng hợp về sàng lọc dựa trên tế bào học đã chứng minh độ nhạy xét nghiệm này thấp tới 11% [13]. Nguyên nhân được cho là do kết quả xét nghiệm tế bào học phụ thuộc nhiều vào kỹ thuật lấy mẫu bệnh phẩm, việc phiên giải kết quả cũng mang tính chủ quan theo kinh nghiệm của các chuyên gia tế bào học và cần trang bị phòng thí nghiệm đảm bảo tuân thủ các tiêu chuẩn chất lượng nghiêm ngặt. Trong nghiên cứu này, xét nghiệm tế bào học có độ đặc hiệu tương tự máy soi cổ tử cung tự động Dr Cervicam C20 là 82,9% so với 84,2% nhưng độ nhạy lại thấp hơn có ý nghĩa thống kê 81% so với 90,5% ( $p < 0,05$ ). Ngược lại với xét nghiệm tế bào học, xét nghiệm định type HPV có độ nhạy cao và khá đồng nhất giữa các khu vực trên thế giới, dao động trong khoảng từ 96,7% - 100% [11], [14]. Xét nghiệm HPV trong nghiên cứu của chúng tôi có độ nhạy 98,8%, cao hơn có ý nghĩa thống kê so với Dr.Cervicam C20 với  $p = 0,02$ . Tuy nhiên xét nghiệm HPV lại có tỷ lệ dương tính giả khá cao dẫn tới độ đặc hiệu thấp ở mức 30,3%, thấp hơn Dr.Cervicam C20 với  $p = 0,00$ . Như vậy Dr.Cervicam C20 có độ nhạy sàng lọc ung thư cổ tử cung cao hơn xét nghiệm tế bào học và có độ đặc hiệu cao hơn xét nghiệm HPV.

**Bảng 6.** Hiệu quả sàng lọc ung thư cổ tử cung của AI trong một số nghiên cứu

Tác giả	Máy soi cổ tử cung	Hiệu quả
Xue và cộng sự [7]	CAIADS	Độ nhạy 90,5% Độ đặc hiệu 51,8%
Peng và cộng sự [8]	VGG16	Độ nhạy 86,3% Độ đặc hiệu 84,1%
Venkatesan và cộng sự [9]	CNN	Độ nhạy 83,3% Độ đặc hiệu 95,6%
Miyaji và cộng sự [10]	Soi cổ tử cung cổ điển	Độ nhạy 82,2% Độ đặc hiệu 80%

Khi phối hợp Dr.Cervicam C20 với các phương pháp sàng lọc ung thư cổ tử cung tiêu chuẩn, hiệu quả sàng lọc ung thư cổ tử cung tăng lên đáng kể. Xét nghiệm tế bào học có nhược điểm độ nhạy thấp và dao động khá nhiều giữa các trung tâm xét nghiệm khác nhau. Dr.Cervicam C20 có khả năng khắc phục nhược điểm này của xét nghiệm tế bào. Cụ thể trong nghiên cứu của chúng tôi, khi phối hợp Dr.Cervicam C20 với xét nghiệm tế bào học, độ nhạy phát hiện tổn thương cổ tử cung tăng lên có ý nghĩa thống kê từ 81% lên 97,6% với  $p < 0,05$ . Bên cạnh đó độ đặc hiệu cũng được cải thiện từ 82,9% lên 94,7%. Đối với xét nghiệm định type HPV, ưu điểm của xét nghiệm này là độ nhạy rất cao 98,8%. Dr.Cervicam C20 giúp củng cố thêm ưu điểm này của HPV, làm tăng độ nhạy phát hiện các tổn thương

tiền ung thư và ung thư cổ tử cung lên 100%. Tuy nhiên, nhược điểm của HPV đó là tỉ lệ nhiễm virus HPV thoáng qua mà không để lại tổn thương thực sự ở cổ tử cung khá cao, tỷ lệ dương tính giả rất cao và độ đặc hiệu của xét nghiệm thấp. Kết quả dẫn tới các can thiệp không cần thiết và khiến cho tâm lý người bệnh hoang mang. Dr.Cervicam C20 giúp phân loại các đối tượng nhiễm HPV, loại trừ những trường hợp người lành mang bệnh giúp giảm tỷ lệ dương tính giả.

Trong nghiên cứu này, Dr.Cervicam C20 làm tăng độ đặc hiệu của xét nghiệm HPV từ 30,3% lên 86,8%, có ý nghĩa thống kê với  $p < 0,05$ . Như vậy, kết hợp AI với các phương pháp sàng lọc ung thư cổ tử cung tiêu chuẩn giúp cải thiện hiệu quả sàng lọc của các phương pháp này một cách đáng kể.

## 5. KẾT LUẬN

Dr.Cervicam C20 có hiệu quả cao trong phát hiện và đánh giá mức độ tổn thương của các tổn thương tiền ung thư cũng như ung thư cổ tử cung với độ nhạy và độ đặc hiệu tương đối cao. Tuy nhiên, cần thiết có một nghiên cứu có thiết kế chặt chẽ hơn và cỡ mẫu lớn hơn để đánh giá hiệu quả thực sự của máy Dr. Cervicam C20 trong phát hiện các tổn thương ở cổ tử cung.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Viet Nam. Human Papillomavirus and Related Diseases Report. [https://hpvcentre.net/statistics/reports/VNM\\_FS.pdf](https://hpvcentre.net/statistics/reports/VNM_FS.pdf).
2. Zhang X, Zeng Q, Cai W, Ruan W. Trends of cervical cancer at global, regional, and national level: data from the Global Burden of Disease study 2019. *BMC Public Health*. 2021;21(1):894.
3. Krzowska-Firych J, Lucas G, Lucas C, Lucas N, Pietrzyk Ł. An overview of Human Papillomavirus (HPV) as an etiological factor of the anal cancer. *J Infect Public Health*. 2019;12(1):1-6.
4. Park Y, Kim YJ, Ju W, Nam K, Kim S, Kim K. Comparison of machine and deep learning for the classification of cervical cancer based on cervicography images. *Scientific Reports*. 2021;11.
5. Hou X, Shen G, Zhou L, Li Y, Wang T, Ma X. Artificial Intelligence in Cervical Cancer Screening and Diagnosis. *Front Oncol*. 2022;12:851367.
6. Merera D, Jima GH. Precancerous Cervical Lesions and Associated Factors Among Women Attending Cervical Screening at Adama Hospital Medical College, Central Ethiopia. *Cancer Management and Research*. 2021;13:2181.
7. Xue P, Tang C, Li Q, et al. Development and validation of an artificial intelligence system for grading colposcopic impressions and guiding biopsies. *BMC Med*. 2020;18(1):406.
8. Peng G, Dong H, Liang T, Li L, Liu J. Diagnosis of cervical precancerous lesions based on multimodal feature changes. *Comput Biol Med*. 2021;130:104209.
9. Chandran V, Sumithra MG, Karthick A, et al. Diagnosis of Cervical Cancer based on Ensemble Deep Learning Network using Colposcopy Images. *Biomed Res Int*. 2021;2021:5584004.
10. Miyagi Y, Takehara K, Miyake T. Application of deep learning to the classification of uterine cervical squamous epithelial lesions from colposcopy images. *Mol Clin Oncol*. 2019;11(6):583-589.
11. Ramírez AT, Valls J, Baena A, et al. Performance of cervical cytology and HPV testing for primary cervical cancer screening in Latin America: an analysis within the ESTAMPA study. *The Lancet Regional Health - Americas*. 2023;26:100593.
12. Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN

estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. 2018;68(6):394-424.

13. Bradford L, Goodman A. Cervical cancer screening and prevention in low-resource settings. *Clin Obstet Gynecol*. 2013;56(1):76-87.

14. Thomsen LT, Kjaer SK, Munk C, Ørnskov D, Waldstrøm M. Benefits and potential harms of human papillomavirus (HPV)-based cervical cancer screening: A real-world comparison of HPV testing versus cytology. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2021;100(3):394-402.