ORIGINAL ARTICLE

Decreased Expression of Heat Shock Protein HSP90α after Exposure to Doxorubicin in Breast Cancer Cell Lines (MCF-7 and MDA-MB-231)

Fereshte Jokar[1],
Mohammad Ali Atlasi[2],
Morteza Salimian[3],
Aliakbar Taherian[4]

[1] MA Student in Anatomy, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran
[2] Associate Professor, Anatomical Sciences Research Center, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran
[3] Assistant Professor, Anatomical Sciences Research Center, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran
[4] Associate Professor, Department of Pathology and Histology, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran

(Received May 18, 2016 ; Accepted December 10, 2016)

Abstract

Background and purpose: Incidence of breast cancer is increasing day by day. Scientists are interested in the effects of inhibition of breast cancer cell on treatment of this cancer. The aim of this study was to determine IC50 of doxorubicin in 24 hours on cell lines MCF-7 and MDA-MB-231 and the expression of heat shock protein HSP90α as a factor in the cell before and after 24 hours exposure to doxorubicin in both breast cancer cell lines.

Materials and methods: A descriptive interventional study was done in two cell lines MCF-7 and MDA-MB-231` after 24 hours exposure to doxorubicin. Sensitivity of cells to doxorubicin was determined using MTT Assay in excel software. HSP90α heat shock protein expression were qualitatively compared in both cell lines before and after exposure to doxorubicin using immunofluorescent techniques (Immunocytochemistry).

Results: MTT Assay showed that IC50 value in MDA-MB-231 and MCF7 cells after 24 hours exposure to doxorubicin (the dose that kills 50% of cells) were 14.521 and 16.3315µM, respectively. Immunocytochemistry revealed that HSP90α protein expression in both cell lines after exposure to doxorubicin decreased compared to the control group.

Conclusion: Cell density in cell lines (ER-) MDA-MB-231 and line MCF-7 (ER+) after exposure to doxorubicin and increasing the dose of medication, decreased indicating a dose dependent effect. Also, apoptosis occurred in both cell lines and expression of HSP90α decreased but MDA-MB-231 cells were found to be more sensitive.

Keywords: Hsp90α, HSP, doxorubicin, breast cancer

J Mazandaran Univ Med Sci 2017; 26 (145): 29-37 (Persian).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-26]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و ششم شماره ۱۴۵ بهمن سال ۱۳۹۵ (۳۷-۲۹)

کاهش بیان پروتئین شوک حرارتی HSP90α پس از مواجهه با داروی دوکسوروبیسین در لاین های سلولی سرطان پستان [MCF-7 و MDA-MB-231]

فرشته جوکار[۱]
محمدعلی اطلسی[۲]
مرتضی سلیمیان[۳]
علی اکبر طاهریان[۴]

چکیده

سابقه و هدف: آمار سرطان پستان روز به روز در حال افزایش است. دانشمندان برای مهار سرطان پستان در حال بررسی اثرفاکتورهای سلولی بر روند درمان سرطان پستان می باشند. هدف از این پژوهش تعیین IC50 داروی دوکسوروبیسین در ۲۴ ساعت بر روی رده های سلولی MCF-7 و MDA-MB-231 و بررسی بیان پروتئین شوک حرارتی HSP90α به عنوان یکی از فاکتورهای سلولی قبل و پس از مواجهه با دوکسوروبیسین در ۲۴ ساعت در هر دو رده سلولی سرطان پستان است.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر از نوع توصیفی مداخله‌ای بود که بر روی دو رده سلولی MCF-7 و`MDA-MB-231 پس از مواجهه با دوکسوروبیسین در ۲۴ ساعت انجام شد وحساسیت سلول‌ها نسبت به داروی دوکسوروبیسین با استفاده از تکنیک MTT Assay با کمک نرم‌افزار آماری excel تجزیه و تحلیل گردید. بیان پروتئین شوک حرارتی HSP90α در هر دو رده سلولی قبل و پس از مواجهه با داروی دوکسوروبیسین با تکنیک ایمنوفلورسنت (ایمنوسیتوکیمیستری) به صورت کیفی مقایسه گردید.

یافته‌ها: نتایج MTT Assay نشان داد IC50 (مقدار دوزی که باعث مرگ ۵۰ درصد سلول‌ها می‌شود) سلول‌های MDA-MB-231 و MCF7 پس از مواجهه با دوکسوروبیسین در ۲۴ ساعت به ترتیب برابر با ۱۴/۵۲۱ و ۱۶/۳۳۱۵ میکرومولار بود و با روش ایمنوسیتوشیمی، بیان پروتئین HSP90α در هر دو رده سلولی پس از مواجهه با داروی دوکسوروبیسین نسبت به گروه کنترل کاهش یافت.

استنتاج: تراکم سلولی سلول‌های رده MDA-MB-231 (ER-) و رده MCF-7(ER $^{+}$) پس از مواجهه با دوکسوروبیسین با افزایش دوز دارو،کاهش یافته که این اثر وابسته به دوز دارو است و هر دو رده سلولی دچار مرگ سلولی شدند. بیان HSP90α کاهش یافت، اما سلول‌های MDA-MB-231 حساس‌تر بودند.

واژه های کلیدی: سرطان پستان، پروتئین شوک حرارتی، HSP90α، دوکسوروبیسین

مقدمه

سرطان پستان از رایج‌ترین نئوپلاسم‌ها می‌باشد. آمار بیماران سرطان پستان در حال افزایش است، به‌طوری که در سال ۲۰۱۵ در آمریکا ۲۳۴۱۹۰ نفر مبتلا به سرطان پستان شدند و حدود ۴۰۷۳۰ نفر فوت کردند(۲،۱).

مولف مسئول: علی اکبر طاهریان– کاشان: دانشگاه علوم پزشکی کاشان E-mail: fereshtehjokar@yahoo.com
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم تشریح، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران
۲. دانشیار، مرکز تحقیقات آناتومی کاشان، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران
۳. استادیار، مرکز تحقیقات آناتومی کاشان، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران
۴. دانشیار، گروه پاتولوژی/بافت شناسی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران
تاریخ دریافت : ۱۳۹۵/۲/۲۹ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۵/۳/۳ تاریخ تصویب : ۱۳۹۵/۹/۲۰

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-26]

پیشرفت سرطان پستان به عوامل مختلفی از جمله نوع بافت تومور، سن، وضعیت هورمونی، گیرنده‌ها و عوامل ژنتیکی بستگی دارد(۳). در حال حاضر، جراحی همراه با درمان کمکی مانند شیمی درمانی و پرتودرمانی روشی است که باعث زنده ماندن بیماران سرطانی می‌شود، اما متاسفانه با توجه به مقاومت اولیه و یا ثانویه به داروهای شیمی درمانی، امکان پیشرفت سرطان پستان و شکست درمان وجود دارد که این امر مانع اصلی درمان موفقیت‌آمیز سرطان پستان می‌باشد(۵،۴). دوکسوروبیسین یک داروی شیمی درمانی است که مانع سنتز DNA و RNA، مهار توپوایزومراز- II در نقطه کلیواژ DNA و در نتیجه باعث تجزیه لایه DNA می‌شود(۶).

خانواده پروتئین شوک حرارتی ۹۰ (HSP90) یک هدف بالقوه برای درمان سرطان است(۷). در سلول‌های یوکاریوتی، HSP90، یک چپرون مولکولی با وزن مولکولی ۹۰ کیلودالتون است که نقش مهمی را در حفاظت سلول در مقابل انواع محرک‌های استرس‌زای سلولی، تنظیم رشد سلولی و آپوپتوز دارند. این ماده حدود ۱-۲درصد ازکل پروتئین‌های سلول‌های یوکاریوتی را در شرایط بدون استرس تشکیل می‌دهد و همراه با کوچپرون هایش، نقش مهمی در folding حداقل ۲۰۰ پروتئین اختصاصی از مسیرهای مختلف سیگنالینگ و refolding پروتئین‌های دناچوره پس از استرس را دارند. HSP90 دارای ۴ ایزوفرم مختلف به نام‌های اختصاری HSP90α، HSP90β، GRP94 و TRAP1 می‌باشد(۱۱-۸). ایزوفرم اصلی خانواده HSP90 به نام HSP90α و HSP90β در فرآیندهای مهم سلولی از جمله تکثیر، تمایز و آپوپتوز نقش دارند(۱۲). HSP90 نقش مهمی را در بیماری‌های خود ایمنی و واکنش‌های ایمنولوژیک از جمله ارائه آنتی‌ژن و فعال شدن لنفوسیت‌ها و ماکروفاژها و بلوغ سلول‌های دندریتیک ایفا می‌کند(۱۴،۱۳). در مطالعات قبلی پیشنهاد شده که ارتباط معنی‌داری بین بیان HSP90 و پارامترهای کلینیکی و پاتولوژیکی (Clinicopathological) در انواع مختلف سرطان وجود دارد(۱۹-۱۵) ولی تاکنون مطالعه روی بیان ایزوفرم HSP90α در سلول‌های MCF-7 و MDA-MB-31 پس از مواجهه با داروی دوکسوروبیسین محدود بود و هنوز گزارش نشده است. به دلیل هتروژن بودن سرطان پستان، در این مطالعه تصمیم گرفته شد که به طور هدفمند از دو لاین سلولی متفاوت سرطان پستان استفاده شود لذا از دو رده سلولی MCF-7(ER^+) که یکی گیرنده استرویدی را بیان می‌کند و دیگری لاین MDA-MB-231(ER-) که گیرنده استرویدی را بیان نمی‌کند، انتخاب گردید. بیان HSP90α در سلول‌های MCF-7 و MDA-MB-231 قبل و پس از مواجهه با داروی دوکسوروبیسین در ۲۴ ساعت با روش ایمنوفلورسنت (ایمنوسیتوشیمی) بررسی شد.

مواد و روش ها

مطالعه حاضر از نوع توصیفی مداخله ای بوده که بر روی دو رده سلولی MCF-7 و `MDA-MB-231 پس از مواجهه با داروی دوکسوروبیسین در ۲۴ ساعت انجام شد. در این آزمایش سلول‌هایی که در مواجهه با داروی دوکسوروبیسین قرار نگرفتند، به عنوان گروه کنترل منفی و سلول‌هایی که تحت درمان با داروی دوکسوروبیسین قرار گرفتند، گروه کنترل مثبت در نظر گرفته شد. حساسیت سلول‌ها نسبت به داروی دوکسوروبیسین با استفاده از تکنیک MTT Assay با کمک نرم افزار آماری excel تجزیه و تحلیل گردید. بیان HSP90α در هر دو رده سلولی قبل و پس از مواجهه با داروی دوکسوروبیسین با تکنیک ایمنوفلورسنت (ایمنوسیتوشیمی) به صورت کیفی مقایسه گردید.

مواد: آنتی‌بادی HSP90α (SC-8262) از بیوتکنولوژی سانتاکروز (Inc,texas USA) و آنتی‌بادی ثانویه متصل به FITC (SC-2988) از بیوتکنولوژی سانتاکروز (Inc,suntan cruz,CA) و داروی دوکسوروبیسین (D1515) و پودر MTT (M2128) از شرکت سیگما خریداری شدند.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-26]

کشت سلول: سلول‌های سرطان پستان (ER+) MCF-7 و (ER-) MDA-MB-231 از موسسه انستیتو پاستور تهیه گردید. این سلول‌ها در محیط کشت RPMI1640 همراه با FBS ۱۰ درصد، ۱۰۰ unit/ml استرپتومایسین و پنی‌سیلین در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد با Co2 ۵ درصد کشت داده شد.

تست MTT: نحوه انجام این آزمایش بدین صورت است که ابتدا با تریپسینه کردن فلاسک‌ها، یک سوسپانسیون سلولی آماده شد. سپس در یک میکروپلیت ۹۶ خانه‌ای، ۱۰۰ میکرولیتر PBS در چاهک‌های اطراف ریخته شد که میزان خطا به وسیله تبخیر کم‌تر شود. ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون سلولی به تعداد ۱۰۰۰۰ سلول آماده و در هر چاهک ریخته شد. پس از ۲۴ ساعت که سلول‌ها به کف چاهک‌ها چسبیده و تکثیر پیدا کردند، با توجه به نوع آزمایش مورد نظر، غلظت‌های مختلف دارو مورد مطالعه (دوکسوروبیسین) بر روی سلول ها اضافه شد وپس از زمان انکوباسیون لازم، ابتدا محیط کشت محتوی دارو از چاهک ها خارج شد و سپس رنگ MTT به نسبت ۱به ۱۰ با محیط کشت با درصد سرم کم (۲ تا ۳ درصد) مخلوط و ۱۰۰ میکرولیتر از آن به هر چاهک اضافه شد. ۲ تا ۴ ساعت میکروپلیت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس آن را از انکوباتور خارج کرده و محیط رویی آن تخلیه شد. در هر چاهک ۱۰۰ میکرولیتر محلول DMSO ریخته شد و پلیت به آرامی تکان داده شد تا کریستال‌های بنفش رنگ ایجاد شده، حل شوند. جذب نوری چاهک‌ها با دستگاه قرائت‌کننده میکروپلیت در طول موج اصلی ۵۷۰ نانومتر و در طول موج افتراقی ۷۲۰ نانومتر خوانده شد.

ایمنوفلورسنت (ایمنوسیتوشیمی(ICC)

برای انجام این آزمایش، جمعیتی حدود یک میلیون از سلول‌های سرطان پستان MCF-7 و MDA-MB-231 به صورت سوسپانسیون سلولی به‌طور جداگانه در زیر هود و درون محیط استریل بشقاب سلولی ۶۰ میلی‌متری حاوی لامل کشت داده شدند. برای هر لاین سلولی، ۴ گروه در نظر گرفته شد. با این روش، برای هر گروه ۳ تکرار انجام شد و زمانی که تراکم سلولی روی لامل‌ها به ۶۰-۵۰ درصد رسید، یک گروه به عنوان گروه بدون دارو (کنترل منفی) در نظر گرفته شد که به ترتیب محیط کشت را ساکشن کرده و محیط کشت همراه دارو، به غلظت‌های ۰/۲، ۵ و ۱۰ میکرومولار، درون بشقاب‌های حاوی سلول ریخته و به مدت ۲۴ ساعت انکوبه شدند. پس از شستشوی سلول‌ها با محلول PBS و پس از فیکس شدن سلول‌ها در دمای اتاق با PAF%4 به مدت ۱۵-۲۰ دقیقه، در محفظه‌ای مرطوب با آنتی‌بادی اولیه HSP90α به مدت یک شبانه روز در دمای ۴درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس به مدت یک ساعت با آنتی‌بادی ثانویه کونژوگه به فلورسانس (anti goat FITC) در دمای اتاق و در محفظه تاریک قرار داده شد و پس از رنگ‌آمیزی با رنگ دپی، در زیر میکروسکوپ فلورسنت، در طول موج‌های مربوط به FITC و DAPI مورد مطالعه و مشاهده قرار گرفت.

یافته ها

جهت محاسبه نتایج داده‌های آزمون MTT Assay سلول‌های MCF-7 در ۹ غلظت انتخابی از داروی دوکسوروبیسین نسبت به گروه کنترل (بدون مواجهه با دارو) با کمک نرم‌افزار آماری Excel، میانگین و استاندارد دارو به دست آمده (جدول شماره ۱) و نمودار خطی آن رسم و با استفاده از معادله به دست آمده (نمودار خطی شماره ۱)، IC50 لاین سلولی MCF-7 در ۲۴ ساعت محاسبه شد که برابر با ۱۶/۳۳۱۵ بود.

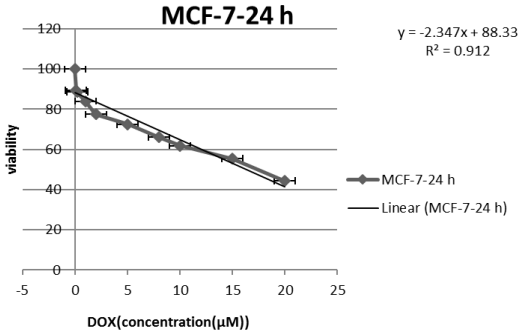
هم‌چنین نتایج داده‌های سلول‌های MDA-MB-231 در ۹ غلظت انتخابی از داروی دوکسوروبیسین نسبت به گروه کنترل (بدون مواجهه با دارو) با کمک نرم‌افزار آماری excel، میانگین، استاندارد دارو و استاندارد دویشن به دست آمد (جدول شماره ۲) و نمودار خطی

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-26]

آن رسم و با استفاده از معادله به دست آمده (نمودار خطی شماره ۲)، IC50 لاین سلولی MDA-MB-231 در ۲۴ ساعت محاسبه شد که برابر با ۱۴/۵۲۱ بود.

جدول شماره ۱: میزان مرگ سلول های MCF-7 در غلظت های مختلف دوکسوروبیسین در طول زمانی ۲۴ ساعت در تکنیک MTT

غلظت دارو (µM)	۰	۰٫۱	۰٫۲	۱	۲	۵	۸	۱۰	۱۵	۲۰
میانگین	۱/۳۳	۱/۱۹	۰/۱/۱۸	۱/۱۱	۱/۰۳	۰/۹۶	۰/۸۸	۰/۸۲	۰/۷۳	۰/۵۹
درصد ٪	۱۰۰	۸۹/۴	۸۸/۶	۸۳/۹	۷/۴	۷۲/۴	۶۶/۰	۶۱/۸	۵۵/۴	۴۴/۳
ستاندارد دویشن	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۴
استاندارد ارور	۰/۰۱۴	۰/۱۰	۰/۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۲	۰/۰۲

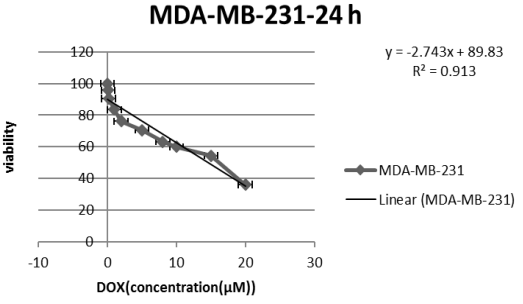


نمودار خطی شماره ۱: میزان مرگ سلول های MCF-7 پس از مواجهه با داروی دوکسوروبیسین

جدول شماره ۲: میزان مرگ سلول‌های MDA-MB-231 در غلظت‌های مختلف دوکسوروبیسین در طول زمانی ۲۴ ساعت در تکنیک MTT

غلظت دارو (µM)	۰	۰٫۱	۰٫۲	۱	۲	۵	۸	۱۰	۱۵	۲۰
میانگین	۱/۳۴	۱/۲۸	۱/۲۱	۱/۲۱	۱/۰۲	۰/۹۴	۰/۸۵	۰/۸۰	۰/۷۳	۰/۴۸
درصد ٪	۱۰۰	۹۵/۷	۹۰/۵	۸۳/۴	۷۶/۱	۷۰/۵	۶۳/۲	۵۹/۹	۵۵/۴	۳۶/۰۷
ستاندارد دویشن	۰/۰۰۴	۰/۴۴	۰/۰۲۱	۰/۰۰۷	۰/۰۳۵	۰/۰۴۶	۰/۰۲۶	۰/۰۱۵	۰/۰۵	۰/۰۳
استاندارد ارور	۰/۰۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱۲	۰/۰۰۴	۰/۰۲۰	۰/۰۲۷	۰/۰۲۶	۰/۰۰۸	۰/۰۳	۰/۰۱

با این روش نیز حساسیت سلول های MCF-7 و MDA-MB-231 نسبت به یکدیگر به دست آمد.



نمودار خطی شماره ۲: میزان مرگ سلول های MDA-MB-231 پس از مواجهه با داروی دوکسوروبیسین

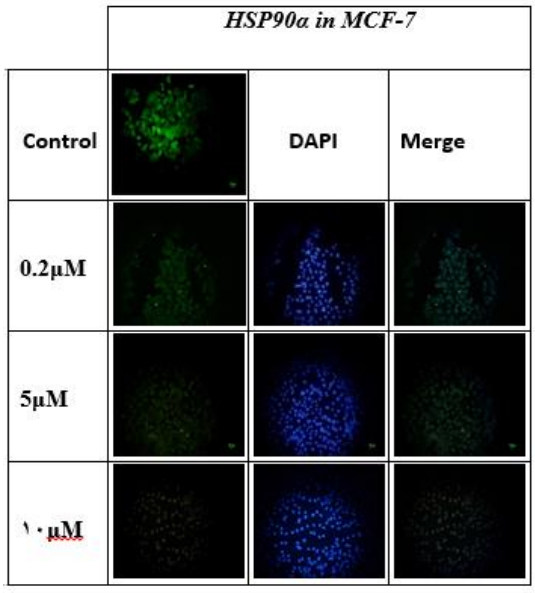
پس از تعیین IC50 هر دو رده سلولی با استفاده از آزمون MTT Assay و مشخص کردن حساسیت بیش‌تر سلول‌های رده MDA-MB-231 نسبت به سلول‌های رده MCF-7، با کشت سلول‌ها و مواجهه قرار دادن آن‌ها با داروی دوکسوروبیسین به مدت ۲۴ ساعت در ۳ غلظت انتخابی (۰/۲، ۵، ۱۰ میکرومولار)، با استفاده از ایمنوسیتوشیمی، میزان بیان پروتئین HSP90α در هر دو رده‌ی سلولی با استفاده از میکروسکوپ فلوروسنت (تصویر شماره ۱، ۲، ۳) درطول موج‌های FITC و DAPI عکس تهیه گردید و به صورت کیفی مورد مطالعه قرار گرفت. البته از هر دو رده سلولی، نمونه کنترل منفی (نمونه بدون مواجهه با داروی دوکسوروبیسین) نیز با روش ایمنوسیتوشیمی با میکروسکوپ فلورسنت مورد مشاهده و تصویربرداری قرار گرفت (تصویر شماره ۱ و ۲ و ۳). در تصاویر فلورسنت (تصویر شماره ۱) حاصل از تکنیک ایمنوسیتوشیمی در سلول‌های MCF-7 نمونه کنترل منفی، بیان HSP90α در هسته و سیتوپلاسم سلول به صورت شفاف و پررنگ مشاهده می‌شود. اما بیان HSP90α در سلول‌های MCF-7 پس از مواجهه با دوکسوروبیسین در غلظت‌های ۰/۲ و ۵ و ۱۰ میکرومولار نسبت به گروه کنترل در هسته و سیتوپلاسم کاهش یافته و این کاهش بیان پس از merge کردن تصاویر هسته‌ها و سیتوپلاسم قابل مشاهده می‌باشد، ولی با افزایش دوز داروی دوکسوروبیسین مشاهده می‌گردد که تراکم سلول‌ها کاهش یافت و مرگ سلولی ایجاد شد و بیان این پروتئین در هسته و سیتوپلاسم شدیداً کاهش یافته است.

اما در تصاویر فلورسنت (تصویر شماره ۲) حاصل از تکنیک ایمنوسیتوشیمی در سلول‌های رده MDA-MB-231 تراکم سلول‌ها در نمونه کنترل منفی بیش‌تر و بیان HSP90α در هسته و سیتوپلاسم سلول به صورت واضح مشاهده می‌شود. اما بیان HSP90α در سلول‌های MDA-MB-231 پس از مواجهه با دوکسوروبیسین در غلظت ۰/۲ میکرومولار نسبت به

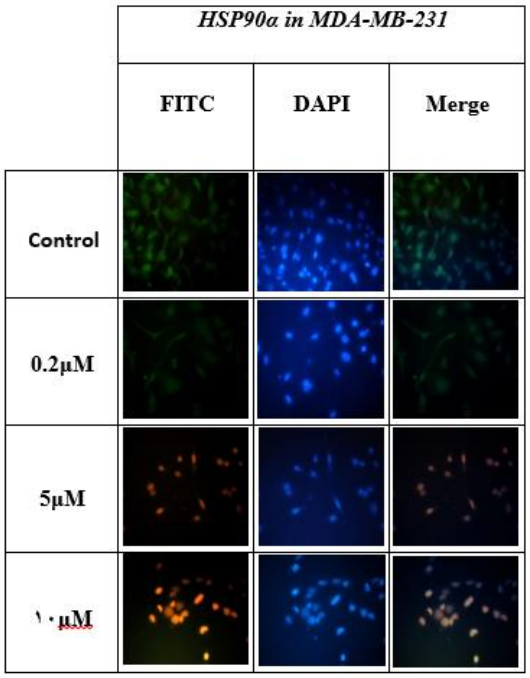
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-26]

گروه کنترل در هسته و سیتوپلاسم کاهش یافته و در غلظت‌های ۵ و ۱۰ میکرومولار تراکم سلول‌ها کاهش و دچار مرگ سلولی شدند و بیانHSP90α در هسته و سیتوپلاسم کاهش یافت، به طوری که بیان HSP90α در غلظت ۱۰ میکرومولار در هسته و سیتوپلاسم قابل مشاهده نیست؛ merge کردن تصاویر، تفکیک بهتر هسته و سیتوپلاسم را فراهم می‌سازد.

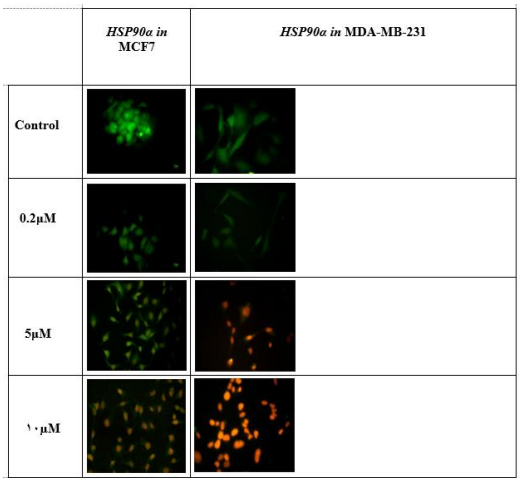
با مقایسه هر دو رده سلولی MCF-7 و MDA MB-231 در تصاویر ایمنوفلورسنت (تصویر شماره ۳) با بزرگ نمایی بیش‌تر مشاهده می‌کنیم که حساسیت سلول‌های MDA-MB-231 در برابر داروی دوکسوروبیسین نسبت به سلول‌های MCF-7 بیش تر می‌باشد. پس با افزایش دوز داروی دوکسوروبیسین، تراکم سلول‌ها کاهش یافته و دچار مرگ سلولی شده‌اند و بیان این پروتئین در هسته و سیتوپلاسم شدیداً کاهش یافته است.



تصویر شماره ۱: بیان پروتئین HSP90α در سلول های MCF-7 نمونه کنترل و نمونه های پس از مواجهه با غلظت های ۰/۲، ۵ و ۱۰ میکرومولار داروی دوکسوروبیسین پس از مدت زمان ۲۴ ساعت که با استفاده از میکروسکوپ فلورسنت، رنگ دپی هسته های سلول مشخص و با آنتی بادی متصل به فلورسنت (FITC) بیان پروتئین را نشان می دهد (بزرگ نمایی 40X).



تصویر شماره۲: بیان پروتئین HSP90α در سلول های MDA-MB-۲۳۱ نمونه کنترل و نمونه های پس از مواجهه با غلظت های ۰/۲، ۵ و ۱۰ میکرومولار داروی دوکسوروبیسین پس از مدت زمان ۲۴ ساعت که با استفاده از میکروسکوپ فلورسنت، رنگ دپی هسته های سلول را مشخص و با آنتی بادی متصل به فلورسنت (FITC) بیان پروتئین را نشان می دهد (بزرگ نمایی 100X).



تصویر شماره ۳: بیان پروتئین HSP90α در سلول های MCF-7 و MDA-MB-231، نمونه کنترل و نمونه های پس از مواجهه با غلظت های ۰/۲، ۵ و ۱۰میکرومولار داروی دوکسوروبیسین پس از مدت زمان ۲۴ ساعت. با استفاده از میکروسکوپ فلورسنت با بزرگ نمایی .100X

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-26]

بحث

سرطان پستان یکی از علل مرگ و میر در زنان در سراسر جهان می‌باشد(۲۰). دوکسوروبیسین یک آنتی‌بیوتیک از دسته آنتراسیکلین است که دارای فعالیت آنتی نئوپلاستیک بوده و در درمان سرطان پستان یکی از فعال ترین عوامل ضد سرطان در شیمی درمانی است(۲۱). با این حال، کاربرد کلینیکی دوکسوروبیسین پر عارضه بوده که عارضه اصلی آن قلبی عروقی و اختلال در سرکوب کردن مغز استخوان و افزایش مقاومت دارویی می‌باشد(۲۲). با شناسایی مکانیسم‌های مقاومت و درمان به عنوان فاکتورهای موثر می‌توان از عوارض جانبی درمان جلوگیری کرد(۲۳). HSP90 در همه سلول‌های طبیعی بدن بیان می‌شود و شامل دو ایزوفرم عمده سیتوزولی HSP90α و HSP90β است(۲۴). خانواده HSP90 در تثبیت یکسری از محرک‌های مربوط به رشد سلول از جمله کینازهای مختلف در ترانسفورماسیون بدخیمی مانند ErbB2، Src، Abl، Met، tyrosine kinases، Raf، Akt و کینازهای سرین وابسته به سیکلین شرکت دارد. علاوه بر این در بلوغ چندین فاکتور رونویسی مانند هورمون‌های هسته‌ای و فاکتور القا هیپوکسی -۱ نقش مهمی دارد. هم‌چنین پروتئین‌های کلاینت HSP90 در رشد وتکثیر و بقاء چندین نوع از سرطان مهم هستند و اخیراً پس از کشف ساختار HSP90 از جمله قسمت دومین C-terminal، امکانات جدیدی را برای مهار تومورها مورد بررسی قرار می‌دهد(۲۶،۲۵).

17-AAG(17-allylamino-17-demethoxygeldanamycin)، Tanespimycin، Ganetespib نمونه‌هایی از مهارکننده‌های HSP90 برای درمان سرطان‌هایی مانند میلوما چندگانه، سرطان ریه، آدنوکارسینوما، فئوکروموسیتوم و لوکمی لنفوبلاستیک هستند(۲۷-۳۰). در مطالعه Dong و همکاران که در سال ۲۰۱۵ بر روی سلول‌های سرطان پستان MDA-MB-231 در محیط invivo هیپوکسی انجام شد، مشاهده کردند که با مهار مستقیم HSP90α با استفاده از آنتی‌بادی منوکلونال 1G6-D7، مرگ سلول‌های توموری افزایش یافت. بنابراین بیان HSP90α ترشح شده یک فاکتور برای بقاء سلول‌های توموری دچار هیپوکسی شده هستند(۳۱). در مطالعه‌ای در حضور لنفوسیت‌های B در یک ارتشاح التهابی، رسپتورهای استروژن و پروژسترون از بین رفتند و باعث تجمع HSP90 در سلول و کمک به تثبیت رسپتورهای HER2/neu و بیش‌تر پروتئین‌ها شدند که باعث پیشرفت تومور شد(۳۲). در مطالعه حاضر مشاهده کردیم که IC50 سلول‌های MDA-MB-231(ER^-) در مواجهه با دوکسوروبیسین کم تر و در نتیجه حساس تر از سلول‌های MCF-7(ER^+) بوده است که با توجه به نتایج ایمنوسیتوشیمی، بیان HSP90α در سلول‌های MCF-7(ER^+) و MDA-MB-231(ER^-) پس از مواجهه با دوکسوروبیسین به عنوان یک داروی شیمی درمانی کاهش یافت. بیان HSP90α با افزایش دوز دوکسوروبیسین (دوز ۵ و ۱۰ میکرومولار)، رابطه غیرمستقیم داشت. تراکم سلولی سلول‌های رده (ER-) MDA-MB-231 و رده (ER^+) MCF-7 پس از مواجهه با دوکسوروبیسین با افزایش دوز دارو، کاهش یافت و هر دو رده سلولی دچار مرگ سلولی شدند. هم‌چنین بیان HSP90α کاهش یافت. اما سلول‌های MDA-MB-231 حساس‌تر بودند.

سپاسگزاری

این پروژه با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کاشان و مرکز تحقیقات علوم تشریح کاشان انجام شد. نویسندگان از همکاران مربوطه در معاونت پژوهشی و مرکز تحقیقات علوم تشریح دانشکده علوم پزشکی کاشان، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

References

1. Tao Z, Shi A, Lu C, Song T, Zhang Z, Zhao J. Breast Cancer: Epidemiology and Etiology. Cell Biochem Biophys 2014; 72(2): 333-338.
2. Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-26]

statistics, 2015. CA: a Cancer Journal for Clinicians 2015; 65(1): 5-29.

3. Reeder JG, Vogel VG. Breast cancer prevention. Cancer Treat Res 2008; 141: 149-164.
4. Shi Z, Tiwari AK, Patel AS, Fu LW, Chen ZS. Roles of sildenafil in enhancing drug sensitivity in cancer. Cancer Res 2011; 71(11): 3735-3738.
5. Meads MB, Gatenby RA, Dalton WS. Environment-mediated drug resistance: a major contributor to minimal residual disease. Nat Rev Cancer 2009; 9(9): 665-674.
6. Safra T1, Borgato L, Nicoletto MO, Rolnitzky L, Pelles-Avraham S, Geva R, et al. BRCA mutation status and determinant of outcome in women with recurrent epithelial ovarian cancer treated with pegylated liposomal doxorubicin. Mol Cancer Ther 2011; 10(10): 2000-2007.
7. Dubey A, Prajapati KS, Swamy M, Pachauri V. Heat shock proteins: a therapeutic target worth to consider. Vet World 2015; 8(1): 46-51.
8. Lee JH, Kang KW, Kim JE, Hwang SW, Park JH, Kim SH, et al. Differential expression of heat shock protein 90 isoforms in small cell lung cancer. Int J Clin Exp Pathol 2015; 8(8): 9487-9493.
9. Garcia-Carbonero R, Carnero A, Paz-Ares L. Inhibition of HSP90 molecular chaperones: moving into the clinic. Lancet Oncol 2013; 14(9): 358-369.
10. Csermely P, Schnaider T, Soti C, Prohászka Z, Nardai G. The 90-kDa molecular chaperone family: structure, function, and clinical applications. A comprehensive review. Pharmacol Ther 1998; 79(2): 129-168.
11. Csermely P, Agoston V, Pongor S. The efficiency of multi-target drugs: the network approach might help drug design. Trends Pharmacol Sci 2005; 26(4): 178-182.
12. Sreedhar AS, Kalmár E, Csermely P, Shen YF. Hsp90 isoforms: functions, expression and clinical importance. FEBS Lett 2004; 562(1-3): 11-15.
13. Shukla HD, Pitha PM. Role of hsp90 in systemic lupus erythematosus and its clinical relevance. Autoimmune Dis 2012; 2012: 728605.
14. Dhillon VB, McCallum S, Norton P, Twomey BM, Erkeller-Yuksel F, Lydyard P, et al. Differential heat shock protein overexpression and its clinical relevance in systemic lupus erythematosus. Ann Rheum Dis 1993; 52(6): 436-442.
15. Wang J, Cui S, Zhang X, Wu Y, Tang H. High expression of heat shock protein 90 is associated with tumor aggressiveness and poor prognosis in patients with advanced gastric cancer. PLoS One 2013; 8(4): e62876.
16. Zheng HC, Takahashi H, Li XH, Hara T, Masuda S, Guan YF, Takano Y. Overexpression of GRP78 and GRP94 are markers for aggressive behavior and poor prognosis in gastric carcinomas. Hum Pathol 2008; 39(7): 1042-1049.
17. Milicevic Z, Bogojevic D, Mihailovic M, Petrovic M, Krivokapic Z. Molecular characterization of hsp90 isoforms in colorectal cancer cells and its association with tumour progression. Int J Oncol 2008; 32(6): 1169-1178.
18. Diehl MC, Idowu MO, Kimmelshue K, York TP, Elmore LW, Holt SE. Elevated expression of nuclear Hsp90 in invasive breast tumors. Cancer Biol Ther 2009; 8(20): 1952-1961.
19. Kang GH, Lee EJ, Jang KT, Kim KM, Park CK, Lee CS,et al. Expression of HSP90 in gastrointestinal stromal tumours and mesenchymal tumours. Histopathology 2010;

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-26]

56(6): 694-701.

20. Jemal A, Bray F, Center MM, Ferlay J, Ward E, Forman D. Global cancer statistics. CA Cancer J Clin 2011; 61(2): 69-90.
21. Carvalho C, Santos RX, Cardoso S, Correia S, Oliveira PJ, Santos MS,et al. Doxorubicin: the good, the bad and the ugly effect. Curr Med Chem 2009; 16(25): 3267-3285.
22. Tacar O, Sriamornsak P, Dass CR. Doxorubicin: an update on anticancer molecular action, toxicity and novel drug delivery systems. J Pharm Pharmacol 2013; 65(2): 157-170.
23. Osborne CK, Schiff R. Mechanisms of endocrine resistance in breast cancer. Annu Rev Med 2011; 62: 233-247.
24. Csermely P, Schnaider T, Soti C, Prohászka Z, Nardai G. The 90-kDa molecular chaperone family: structure, function, and clinical applications. A comprehensive review. Pharmacol Ther 1998; 79(2): 129-168.
25. Garnier C, Lafitte D, Tsvetkov PO, Barbier P, Leclerc-Devin J, Millot JM, et al. Binding of ATP to heat shock protein 90: evidence for an ATP-binding site in the C-terminal domain. J Biol Chem 2002; 277(14): 12208-12214.
26. Jego G, Hazoumé A, Seigneuric R, Garrido C. Targeting heat shock proteins in cancer. Cancer Lett 2013; 332(2): 275-285.
27. Tavernier E, Flandrin-Gresta P, Solly F, Rigollet L, Cornillon J, Augeul-Meunier K, et al. HSP90 inhibition results in apoptosis of Philadelphia acute lymphoblastic leukaemia cells: an attractive prospect of new targeted agents. J Cancer Res Clin Oncol 2012; 138(10): 1753-1758.
28. Tosti G, Cocorocchio E, Pennacchioli E, Ferrucci PF, Testori A, Martinoli C. Heat-shock proteins-based immunotherapy for advanced melanoma in the era of target therapies and immunomodulating agents. Expert Opin Biol Ther 2014; 14(7): 955-967.
29. Giubellino A, Sourbier C, Lee MJ, Scroggins B, Bullova P, Landau M, et al. Targeting heat shock protein 90 for the treatment of malignant pheochromocytoma. PLoS One 2013; 8(2): e56083.
30. Dong H, Zou M, Bhatia A, Jayaprakash P, Hofman F, Ying Q, et al. Breast Cancer MDA-MB-231 Cells Use Secreted Heat Shock Protein-90alpha (Hsp90α) to Survive a Hostile Hypoxic Environment. Sci Rep 2016; 6: 20605.
31. Romaniuk A, Lyndin M. Immune microenvironment as a factor of breast cancer progression. Diagn Pathol 2015; 10(1): 79.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-26]