

جداسازی و شناسایی سلول‌های بنیادی از منبع ژله وارتون بند ناف انسان

صابر زهری^۱، مسعود ملکی^۲، کمال‌الدین حمیدی^۱، سیده مهسا خاتمی^{۱*}

^۱ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران ^۲ گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات آذربایجان شرقی، تبریز، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۴۱۵۶۶۴۰۹ فاکس: ۰۴۵۱ ۷۷۲۱۹۶۶ E-mail: Mahsa.khatami@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: سلول‌های بنیادی به عنوان پشتیبان اساسی بافت‌های بدن موجودات پرسلولی می‌باشند. این سلول‌ها باعث می‌شوند خون، استخوان، گامت‌ها، بافت اپی‌لیال، سیستم عصبی، ماهیچه و سایر بافت‌های بدن بوسیله سلول‌های جدید در طول دوره زندگی جایگزین شوند. سلول‌های مزانشیمی ژله وارتون بند ناف، در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. سلول‌های بنیادی مزانشیمی ژله وارتون نشانگرهای سطحی سلول‌های بنیادی مزانشیمی را بیان می‌کنند. در این مطالعه، سلول‌های بنیادی ژله وارتون بند ناف انسان با استفاده از روش کشت قطعه بافت جداسازی گردید. برای نشان دادن خاصیت بنیادینگی این سلول‌ها سه نشانگر CD شامل CD105، CD44 و CD34 مورد آزمایش قرار گرفت. هدف از این مطالعه بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی این سلول‌ها و نشانگرهای سطحی آنها بود.

روش کار: بند ناف نوزاد تازه متولد شده به روش سزارین، از بیمارستان آرتا اردبیل تهیه گردید و در شرایط کاملاً استریل به آزمایشگاه انتقال داده شد و به روش کشت قطعه بافت، در محیط کشت DMEM کشت داده شد. بعد از جدا شدن سلول‌ها و رسیدن به فاز لگاریتمی، سلول‌ها پاساژ داده شدند. سپس ویژگی‌های رشد آنها بررسی شده و با استفاده از روش RT-PCR نشانگرهای سطحی CD44 و CD105 و CD34 بررسی گردید.

یافته‌ها: سلول‌های بنیادی ژله وارتون بند ناف بعد از ۷ روز شروع به جدا شدن از قطعه‌های بافتی کردند. در بررسی‌های مورفولوژیکی دو نوع تیپ ۱ و تیپ ۲ مشاهده گردید. بررسی‌های تکنیک RT-PCR نیز نشان دهنده بیان دو نشانگر CD44 و CD105 و عدم بیان نشانگر CD34 بود.

نتیجه‌گیری: بند ناف انسان می‌تواند یک منبع جایگزین برای سلول‌های بنیادی مغز استخوان در جهت سلول‌درمانی و مهندسی بافت گردد. این سلول‌ها ظاهر فیبروبلاستی دارند. این سلول‌ها بعد از گذراندن فاز lag و ورود به فاز log به راحتی در محیط کشت رشد می‌کنند و ویژگی‌های بنیادی خود را تا پاساژهای بالاتر حفظ می‌کنند.

کلمات کلیدی: بند ناف، سلول‌های بنیادی مزانشیمی، CD105، CD44، CD34

دریافت: ۹۰/۱۱/۶ پذیرش: ۹۱/۱۰/۳

مقدمه

عملکردی می‌باشد. امروزه دسترسی آسان به این سلول‌ها و تاثیر آنها در انواع برنامه‌های سلول‌درمانی مثل نواقص استخوان‌سازی، بهبود خونسازی و ترمیم بافت استخوان مورد قبول واقع شده است. مهمتر از تمام موارد گفته شده، از آنجایی که این سلول‌ها از خود بیماران گرفته می‌شود، مشکلات مرتبط با رد سیستم ایمنی بافت آلوژنیک حذف می‌شود. یکی از ویژگی‌های مهم سلول‌های بنیادی مزانشیمی توانایی آنها در چسبیدن، تکثیر و تکوین در

سلول‌های بنیادی مزانشیمی^۱ جمعیتی از سلول‌ها هستند که برای اولین بار در نیمه قرن بیستم و در مغز استخوان شناسایی شدند. سلول‌های بنیادی مزانشیمی به دلیل ویژگی‌های منحصر به فردشان برای برنامه‌های سلول‌درمانی مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته‌اند. دلیل توجه به این سلول‌ها داشتن فعالیت خود نوزایی و تمایز به انواع سلول‌های

¹ Mesenchymal Stem Cells (MSCs)

خون بند ناف، ساب اندوتلیوم ورید ناف و ژله وارتون می‌باشد. در قسمت ژله وارتون، سلولهای بنیادی مزانشیمی از سه بخش نسبتاً مجزا جداسازی می‌شود: منطقه پری واسکولار، منطقه اینتر واسکولار و ساب آمیون [۱۱]. اما آیا اینک سلولهای بنیادی مزانشیمی جدا شده از بخش های مختلف بند ناف جمعیت های متفاوت سلولی ایجاد می‌کنند، هنوز نامشخص است. در کشت اولیه و پاساژهای P_0 تا P_2 دو نوع سلول متفاوت از لحاظ مورفولوژیکی دیده می‌شود. سلولهای تیپ ۱ در شرایط *In vitro* رشته‌های بینایی پن سایتوکراتین^۲ و ویمنتین^۳ را به طور شدید بیان می‌کنند، این در حالی است که سلولهای تیپ ۲ فقط ویمنتین را نشان می‌دهند [۳]. در این تحقیق با استفاده از روش کشت بافت سلولهای بنیادی از ماتریکس بند ناف جداسازی شده و نشانگرهای آن مورد بررسی قرار گرفته است.

روش کار

جداسازی سلولها از ماتریکس بند ناف

بند ناف نوزادان سالم ($n=12$) پس از کسب رضایت از مادر به روش سزارین از بیمارستان آرتا در اردبیل تهیه شدند و بند ناف در شرایط استریل، در داخل نرمال سالین به آزمایشگاه کشت سلولی منتقل گردید. جداسازی سلولهای بند ناف انسانی به روش کشت قطعه بافت صورت گرفت. بدین منظور بند ناف پس از شستشو در الکل ۷۰٪ به مدت ۳۰ ثانیه، در داخل نرمال سالین تازه قرار داده شد. بند ناف به قطعات کوچک تقسیم و پس از شستشو در بافر HBSS^۲، لایه آمیونی و رگ های آن جداسازی گردید. بند ناف به تکه های 5 mm^2 برش داده شد. برای کشت سلول از فلاسکهای T-25 (Orange Scientific) استفاده گردید. قطعه‌های

یک سطح استاتیک می‌باشد [۱]. سلولهای بنیادی مزانشیمی علاوه بر مغز استخوان از منابع دیگری مثل خون محیطی، بافت چربی، خون بند ناف و ماتریکس بند ناف (ژله وارتون)^۱ بدست می‌آیند. بندناف شامل دو سرخرگ و یک سیاهرگ است، که توسط بافت پیوندی موکوییدی به نام ژله وارتون احاطه شده اند. اطراف بند ناف را بافت اپی تلیوم پوشانیده است. ماتریکس آن، بافتی غنی از پروتئوگلیکان و موکوپلی ساکارید است که فراوان ترین گلیکوزآمینو گلیکان در این بافت اسیدهیالورونیک می‌باشد، این ماده ژل هیدراته ای در اطراف سلولهای فیبروبلاستی و رشته های کلاژنی تشکیل می‌دهد و بند ناف را در مقابل فشار حفاظت می‌کند. مبدا پیدایش بند ناف ناحیه ای به نام ساقه اتصالی می‌باشد که در روز ۱۳ رویانی و از مزودرم خارج رویانی ایجاد می‌شود [۲]. سلولهای بنیادی مزانشیمی بند ناف انسان به خاطر چهار علت جایگزین مناسبی برای سلولهای بنیادی مغز استخوان هستند: (۱) این سلولها به روش غیر تهاجمی بدست می‌آیند. (۲) این سلولها در ضوابط جامعه بین المللی سلول درمانی ثبت شده اند. (۳) سلولهای بنیادی بند ناف به انواع مختلف سلولها از قبیل چربی [۳]، غضروف [۴]، کاردیومیوسیت [۵]، میوبلاست های اسکلتی [۶]، استخوان [۷]، عصبی [۳]، مشابه کبدی [۸] و اندوتلیالی [۹] تمایز یافته اند. (۴) این سلولها توسط لئوسیت های HLA تشخیص داده نمی‌شود و این مساله نشانگر امکان استفاده از این سلولها در پیوند های آلوژنیک می‌باشد [۱۰]. سلولهای بنیادی بند ناف نشانگرهای مزانشیمی مختلفی مثل CD29، CD68، CD44، CD105، CD73، CD90 و HLA-I را بیان می‌کند، در مقابل نشانگرهای هماتوپویتیک مثل CD34 و CD45 را بیان نمی‌کنند. این سلولها از قسمت های مختلف بند ناف قابل جداسازی می‌باشد. این قسمت ها شامل

² Pancytokratin

³ Vimentin

⁴ Hanks' Balanced Salt Solution

¹ Wharton's Jelly

محاسبه گردید. در فرمول N_0 : غلظت اولیه سلول‌ها، N_1 : غلظت نهایی سلول‌ها، t : مدت کشت و T : زمان دو برابر شدن می‌باشد.

استخراج mRNA و انجام RT-PCR

با استفاده از محلول RNA.RNX-PLUS Trizole (Cinnagen (RN7713)) کل سلول‌های رشد یافته در فلاسک کشت که به تعداد بیشتر از 10^6 سلول رسیده بودند، استخراج گردید. مراحل استخراج طبق دستورالعمل محلول Trizole انجام گردید. غلظت سنجی RNA تام با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج های ۲۶۰ و ۲۸۰ نانومتر جهت تعیین کمیت RNA صورت گرفت. بعد از تعیین غلظت RNA که ۳-۶،۴ میکرو گرم در هر میکرو لیتر بود، واکنش سنتز cDNA با پرایمر اولیگونوکلئوتیدی (T18)، بافر واکنش، dNTP (Cinnagen (DN7603C)) و آنزیم Reverse transcriptase (Cinnagen (EP0441)) انجام گردید. بدین ترتیب زنجیره اول cDNA سنتز و به عنوان الگوی PCR با اجزای تشکیل دهنده خود که شامل پرایمر های پیشرو و پیرو برای ژن های CD44، CD105، CD34 می‌باشد، بوسیله بافر PCR Taq polymerase، $MgCl_2$ ، dNTP، (cinnagen) (Cinnagen(TA8108C)) و نمونه در دستگاه Cobert Reserch انجام گرفت. پرایمرهای مورد استفاده در جدول ۱ خلاصه شده است.

بافتی در داخل فلاسک کشت حاوی محیط DMEM (Gibco (31600-083)) + 20% FBS (Gibco (10270-106)) + 1% Pen strep (Sigma (S-1277)) در انکوباتور CO_2 دار و در دمای $37^\circ C$ قرار داده شدند. محیط کشت فلاسک ها هر سه روز یکبار تعویض گردید. بعد از پر شدن کف فلاسک، سلول‌ها بوسیله تریپسین 0.25% (Gibco (27250-018)) پاساژ داده شدند.

انجماد و ذوب سلول‌های بنیادی ژله وار تون بند ناف انسان

مقدار تاثیر عمل انجماد و ذوب بر میزان زنده ماندن سلول‌ها با استفاده از دو گروه سلول در محیط های انجماد متفاوت بررسی گردید. سلول‌ها بعد از جدا شدن از کف فلاسک بوسیله تریپسین، در 10% DMSO + 90% FBS درون ویال های ویژه منجمد گردیدند. دو ماه بعد، سلول‌ها در دمای $37^\circ C$ ذوب شدند و با استفاده از تریپان بلو و هموسیتمتر شمارش شدند و درصد حیات سلول‌ها محاسبه گردید. بعد از شمارش در محیط DMEM + 1% Pen strep + 20% FBS کشت داده شدند.

محاسبه زمان دو برابر شدن در سلول‌های جدا شده از بند ناف انسان

سلول‌ها در ۶ پاساژ شمارش شدند و زمان دو برابر شدن سلول‌ها با استفاده از نرم‌افزار زمان دو برابر شدن مطابق با فرمول:

$$T = t \ln(2) / (\ln(N_1) - \ln(N_0)) \quad N_1 = N_0 * 2^{t/T}$$

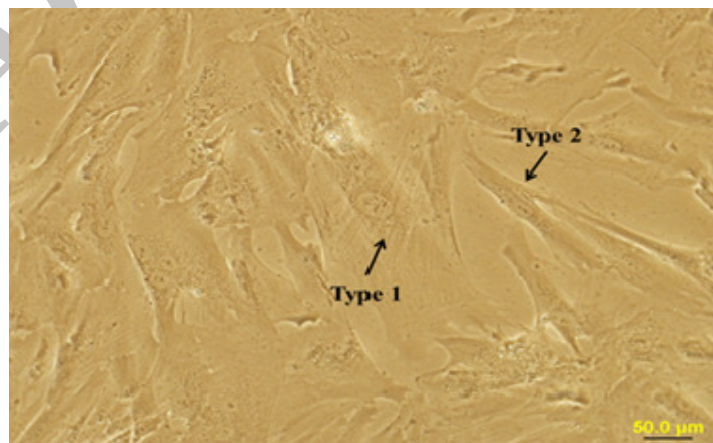
جدول ۱. توالی و خصوصیات پرایمرهای مورد استفاده

طول محصول	توالی پرایمر (5'-3')	ژن
۳۹۵	برگشت CAGCATTGTGGCATCCTTCGTG رفت CCTTTTTCCGCTGTGGTGATGAG	CD105
۴۳۳	برگشت ATCCACCCCAACTCCATCTGT رفت TGTTTGCTCCACCTTCTTGACTC	CD44
۴۳۴	برگشت GCCTGGAGCAAAATAAGACC رفت ACCGTTTTCCGTGTAATAAGG	CD34
۲۵۰	برگشت TGGAGAAATCTGGCACCACACC رفت GATGGGCACAGTGGGTGACCC	β -actin

بافت شروع به رشد کردند (شکل ۱) و بعد از ۳ روز کف فلاسک را پوشاندند. میزان جداسازی سلول $10^6 \times 12-10$ در هر سانتی متر از بند ناف محاسبه گردید. در کشت اولیه و پاساژهای P_0 تا P_2 دو نوع سلول متفاوت از لحاظ مورفولوژیکی شد. سلولهای پهن با سیتوپلاسم گسترده که به عنوان سلولهای تیپ ۱ هستند در میان سلولهای شبه فیبروبلاستی و میله ای به عنوان تیپ ۲ پخش شده اند (شکل ۲). چون بعد از ۷ روز سلولها کف فلاسک را تا ۸۰٪ پر کرده بودند، پاساژ داده شدند و به چند فلاسک تقسیم گردیدند. نتیجه اولین پاساژ بعد از کشت اولیه تولید رده سلولی سلولهای بنیادی مزانشیمی بند ناف انسان بود. این سلولها از توانایی چسبیدن به سطح فلاسک برخوردار هستند.



شکل ۱. سلولهای بنیادی مزانشیمی بندناف انسان در حال جداسدن از قطعه بافت کشت شده

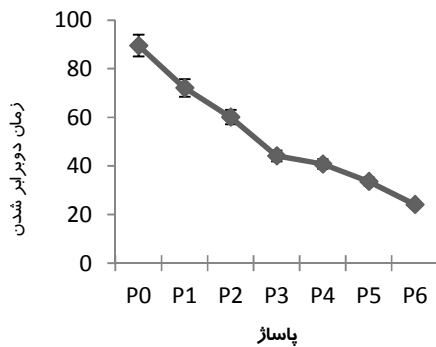


شکل ۲. وجود دو نوع سلول با مورفولوژی متفاوت. سلولهای بنیادی تیپ ۱ و تیپ ۲ با پیکان در شکل نشان داده شده است.

تهیه نمونه جهت بررسی با میکروسکوپ الکترونی
ابتدا سلولهای بنیادی جدا شده از ژله وارتون به مرحله P_2 رسانده شد، سپس سلولها بوسیله بافر PBS شسته شده و به مدت ۳۰-۲۰ دقیقه در فرمالدئید قرار گرفتند. سپس با استفاده از طلا سطح نمونه پوشش داده شد. با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره شکل ظاهری سلولها مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها

بررسی مورفولوژی سلولهای بنیادی مزانشیمی بند ناف انسان
۵-۷ روز پس از قرار دادن قطعات ژله وارتون در محیط به تدریج جوانه های سلولی از کناره های



شکل ۴. بررسی میزان دو برابر شدن در پاساژهای P0-P6

نتایج RT-PCR

برای اثبات بنیادی بودن سلول‌های مزانشیمی جدا شده از ژله وارتون بند ناف از دو ژن CD105 و CD44 به عنوان ژن‌های بیان شونده در این سلول‌ها و ژن CD34 به عنوان ژنی که در این سلول‌ها بیان نمی‌شود، مورد استفاده قرار گرفت. بتا-اکتین^۱ هم به عنوان ژن کنترل استفاده گردید. باند ۴۳۳ جفت بازی مربوط به ژن CD44 و باند 395 بازی مربوط به ژن CD105 در این سلول‌ها مشاهده گردید، در حالی که باند ۴۳۴ جفت بازی ژن CD34 مشاهده نگردید (شکل ۵). بیان دو ژن CD105 و CD44 و عدم بیان ژن CD34 در این سلول‌ها نشانگر بنیادی بودن این سلول‌ها می‌باشد.

نتایج حاصل از بررسی مورفولوژیکی با میکروسکوپ

الکترونی نگاره

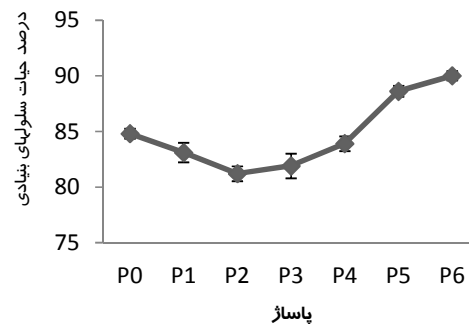
شاخص‌ترین ویژگی سلول‌های بنیادی مزانشیمی ژله وارتون دوکی شکل بودن و داشتن استتاله‌هایی می‌باشد که آنها را به بستر وصل می‌کند. در میکروگراف‌های سلول‌های بنیادی استتاله‌های متصل‌کننده به بستر در شکل مشخص می‌باشد (شکل ۶).

ویژگی‌های رشد سلول‌های بنیادی مزانشیمی ژله وارتون

سلول‌های جدا شده از ژله وارتون (P₀) ظاهر فیبروبلاستی در محیط کشت نشان دادند. در روز ۷ کشت، سلول‌ها در فاز lag به سر می‌بردند، اما در روزهای ۱۰-۱۲ به فاز log رسیدند و به صورت نمایی رشد کردند. بررسی زنده ماندن سلول‌ها طی پاساژهای مختلف نشانگر افزایش قدرت تکثیر آنها تا پاساژ ۶ بود. اطلاعات بدست آمده نشان داد که این سلول‌ها توانایی تقویت رشد یکدیگر را دارند. به عبارت دیگر، سرعت تکثیر و رشد سلول‌ها با افزایش تعداد سلول‌ها افزایش یافت (شکل ۳).

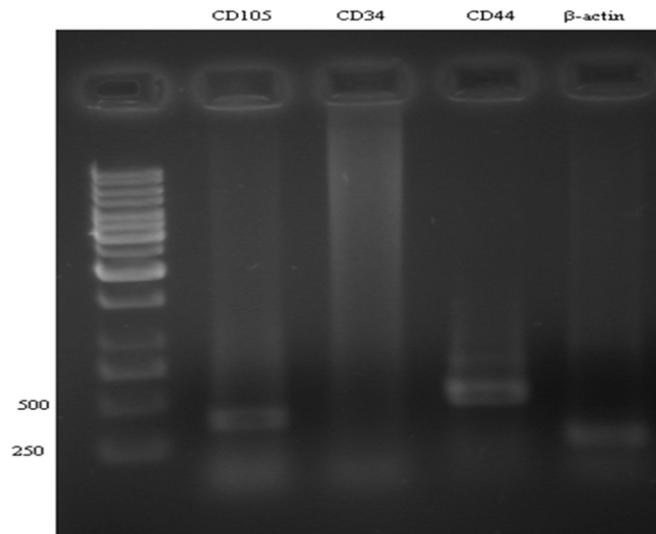
بررسی زمان دو برابر شدن سلول‌ها

با استفاده از نرم افزار زمان دو برابر شدن میزان دو برابر شدن سلول‌ها محاسبه گردید. یافته‌ها نشان می‌دهد، با گذشت زمان، مدت دو برابر شدن سلول‌ها کاهش چشمگیری می‌یابد. زمان دو برابر شدن سلول‌ها با بالا رفتن پاساژها از $89 \pm 1/5$ در پاساژ P₀ به $23 \pm 1/2$ در پاساژ P₆ کاهش یافت (شکل ۴).

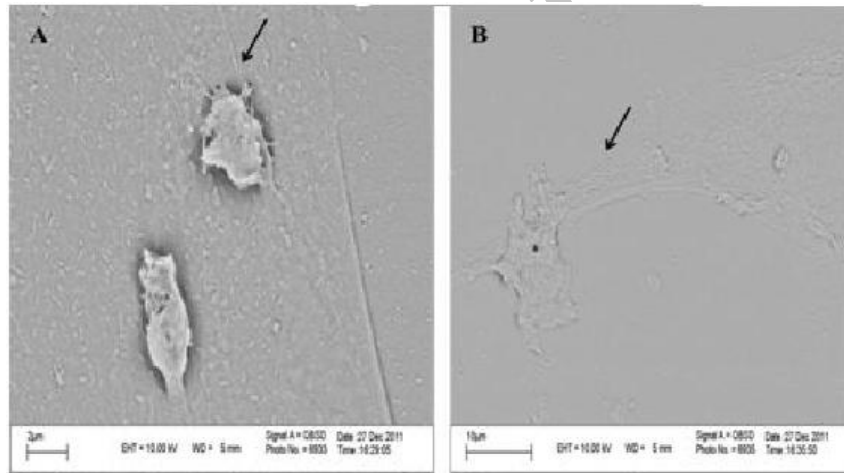


شکل ۳. بررسی میزان زنده ماندن سلول‌ها در پاساژهای P0-P6

¹ β-Actin



شکل ۵. بارگذاری محصول PCR مربوط به ژنهای بنیادی در سلولهای بنیادی مزانشیمی ژله وارتنون بند ناف انسان. باند ۴۳۳ جفت بازی مربوط به ژن CD44 و باند ۳۹۵ بازی مربوط به ژن CD105 در این سلولها مشاهده گردید. در حالی که باند ۴۳۴ جفت بازی ژن CD34 مشاهده نگردید. باند ۲۵۰ جفت بازی مربوط به ژن شاهد β -actin می باشد.



شکل ۶. A و B) سلولهای بنیادی ژله وارتنون را نشان می دهد. استتاله‌ها با پیکان در هر دو شکل مشخص است.

بسیار مهمی در سلول درمانی می باشد. سلولهای جدا شده از مغز استخوان و خون بند ناف به طور گسترده بررسی شده است، اما یکی از بهترین منابع جهت جداسازی این سلولها ماتریکس بند ناف پیشنهاد شده است. بند ناف دارای دو سرخرگ و یک ورید می باشد که توسط بافت پیوندی موکوییدی احاطه شده است که به این بافت ژله وارتنون گفته می شود. بند ناف بوسیله اپی تلیومی که از آمیون در

بحث

سلولهای بنیادی مزانشیمی یک انتخاب مناسب جهت سلول درمانی می باشد. سلولهای بنیادی مزانشیمی از منابع مختلفی مثل مغز استخوان، خون محیطی، بافت چربی، خون بند ناف و ماتریکس بند ناف جداسازی می شوند. انتخاب یک منبع مناسب برای کاربردهای درمانی کار دشواری است. بنابراین بررسی منابع مختلف سلولهای مزانشیمی مساله

سلول‌های جدا شده در این پژوهش نیز فیبروبلاستی بودند. همچنین در این پژوهش دو نوع سلول با ظاهری متفاوت نشان داده شد، که در این مورد با مطالعات کارا حسین اوقلو کاملا مطابقت می‌کرد. سلول‌های مزانشیمی بند ناف از قدرت تکثیر بالایی برخوردارند. نتایج ما نیز نشان داد که در پاساژهای بالاتر قدرت تکثیر این سلول‌ها افزایش می‌یابد و زمان دو برابر شدن این سلول‌ها کاهش می‌یابد (شکل ۴). علاوه بر این، یافته‌ها نشان دهنده افزایش ماندگاری سلول‌ها در پاساژهای بالاتر می‌باشد (شکل ۳). هاوایی^۳ و همکاران نشان دادند که CD44 و CD51 و CD29 و SH2 و SH3 نشانگرهای سلول‌های بنیادی مزانشیمی هستند. دومینیکی^۴ و همکاران نشانگرهای موجود روی سلول‌های بنیادی استرومایی بند ناف انسانی شامل CD90 و CD73 و CD105 را معرفی کردند. علاوه بر این مطالعات مختلف نشان داده است، MSCs جدا شده از بند ناف نشانگرهایی همچون CD95 و CD13 [۱۶] و CD68 [۱۷، ۱۸] را نیز بیان می‌کنند. این در حالی است که این سلول‌ها نسبت به نشانگرهای CD71، CD38، CD45 و CD34 منفی هستند. در مطالعه حاضر با استفاده از تکنیک RT-PCR بیان نشانگرهای CD105 و CD44 و عدم بیان نشانگر CD34 در سلول‌های بنیادی مزانشیمی جدا شده از بند ناف انسانی نشان داده شد.

نتیجه گیری

روش کشت قطعه بافت روش کم هزینه و مطمئنی می‌باشد. بیان دو نشانگر CD44 و CD105 و عدم بیان نشانگر سلول‌های بنیادی هماتوپویتیک CD34 نشان دهنده بنیادی بودن این سلول‌ها است. به توجه به کاهش زمان دو برابر شدن و افزایش درصد زنده

حال تکوین ایجاد می‌شود، احاطه می‌گردد [۱۲]. یکی از مسائل مهم در مطالعات سلول‌های بنیادی مزانشیمی بزرگسالان دسترسی به یک منبع از سلول‌ها با تراکم قابل قبول از سلول‌های زنده برای گسترش در شرایط کشت می‌باشد. فراوانی سلول‌های بنیادی مزانشیمی در مغز استخوان ۱ تا ۱۰ سلول در ۱۰^۶ سلول تک هسته ای می‌باشد [۱۳]. تعداد سلول‌های بنیادی مزانشیمی در خون بند ناف از ۱۰^۳ تا ۵×۱۰^۳ در هر نمونه می‌باشد، علاوه بر این جداسازی و گسترش این سلول‌ها در شرایط کشت دشوار است [۱۴]. مطالعات گسترده ای که کارا حسین اوقلو^۱ بر روی سلول‌های بنیادی مزانشیمی جدا شده از ماتریکس بند ناف انجام داده است، نشانگر امکان جداسازی ۱۰^۳×۱۵-۱۰ سلول در هر سانتی متر از بند ناف می‌باشد [۳]. در مطالعه حاضر نیز میزان جداسازی سلول ۱۰^۳×۱۲-۱۰ محاسبه گردید. هدف این مطالعه شناخت ویژگی‌های رفتاری این سلول‌ها در شرایط کشت بود. در این مطالعه برای جداسازی سلول‌ها از روش کشت قطعه بافت استفاده گردید. این روش علی‌رغم زمان بر بودن روش مطمئن و کم هزینه ای است. سلول‌های مزانشیمی ماتریکس بند ناف را می‌توان از بند ناف نوزادی که هنگام تولد دور انداخته می‌شود و استفاده از آن مشکل اخلاقی خاصی ندارد، تهیه کرد. این سلول‌ها دارای خواص آنتی ژنی کمی هستند، از این رو پیشنهاد شده است که از این سلول‌ها می‌توان در سلول درمانی و اصلاح ساختارهای بیولوژیک آسیب دیده استفاده کرد [۱۵]. این سلول‌ها از مزودرم خارج رویانی مشتق می‌شوند و با توجه به منشا جنینی و عدم بیان نشانگرها یا آنتی ژنی سطحی مثل HLA-II واکنش‌های ایمنی را در گیرنده سلول تحریک نمی‌کنند [۱۱]. ساراگوزر^۲ و همکاران ظاهر فیبروبلاستی این سلول‌ها را گزارش کردند [۷].

³ Hwai

⁴ Dominici

¹ Karahuseyinoglu

² Sarugasr

ماندن این سلولها طی پاساژهای بالاتر منبع بسیار مناسبی برای جداسازی سلولهای بنیادی می باشند.

تشکر و قدردانی

از پرسنل اتاق عمل بیمارستان آرتا اردبیل که در تهیه بند ناف نوزادان همکاری صمیمانه ای داشته اند و همچنین دانشگاه علوم پزشکی اردبیل تشکر و قدردانی می گردد.

References

- 1- Baksh D, Song R, Tuan S. Adult mesenchymal stem cells: characterization, differentiation, and application in cell and gene therapy. *J Cell Mol Med.* 2004 Sep; 8(3): 301-316.
- 2- Sadler TW. Second week of development: Bilaminar germ disc. In: Langman's medical embryology, 9 ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2004: 51-63.
- 3- Karahuseyinoglu S, Cinar O, Kilic E. Biology of the stem cells in human umbilical cord stroma: in situ and in vitro surveys. *Stem Cells.* 2007 Oct; 25(2): 319–331.
- 4- Limin W, Detamore MS. Insulin-like growth factor-I improves chondrogenesis of predifferentiated human umbilical cord mesenchymal stromal cells. *J Orthopaed Res.* 2009 Feb; 27(8): 1109–1115.
- 5- Pereira WC, Khushnooma I, Madkair M, Ghosh K. Reproducible methodology for the isolation of mesenchymal stem cells from human umbilical cord and its potential for cardiomyocyte generation. *J Tissue Eng Regen Med.* 2008 Oct; 2(7): 394-399.
- 6- Teresa M, Conconi P, Burra R, diLiddo C, Calore M, Turetta S.B, et al. CD105(+) cells from Wharton's jelly show in vitro and in vivo myogenic differentiative potential. *Int j Mol Med.* 2006 Jul; 18(6): 1089-1096.
- 7- Sarugaser R, Lickorish D, Baksh D, Hosseini MM, Davies JE. Human umbilical cord perivascular (HUCPV) cells: A source of mesenchymal progenitors. *Stem Cells.* 2005 Sep; 23(2): 220–229.
- 8- Campard D, Lysy PA, Najimi M, Sokal EM. Native umbilical cord matrix stemcells express hepatic markers and differentiate into hepatocyte-like cells. *Gastroenterology.* 2008 Apr; 134(3): 833-848.
- 9- Chena MY, Pu-Chang L, Zhi-Ling L, Xing W. Endothelial differentiation of Wharton's jelly-derived mesenchymal stem cells incomparisionwith bone marrow-derived mesenchymal stem cells. *ExpHematol.* 2009 Feb; 37(5): 629–640.
- 10- EnnisJ, Sarugaser R, Gomez A, Baksh D, Davies J. Isolation, characterization and differentiation of human umbilical cord perivascular cells (HUCPVCs). *Meth Cell Biol.* 2008 Apr; 86(2): 121-136.
- 11- Troyer D, Mark L, Weiss M. Concise Review: Wharton's Jelly-derived cells are a primitive stromal cell population. *Stem Cells.* 2008 Jun; 26 (3): 591–599.
- 12- Meyer FA, Laver-Rudich Z, Tanenbaum R. Evidence for amechanical coupling of glycoprotein microfibrils with collagen fibrils in Wharton's jelly. *Biochimica et BiophysicaActa.* 1983 Feb; 755(3): 376–387.
- 13- Castro-Malaspina H, Gay RE, Resnick G. characterization of human bone marrow fibroblast colony-forming cells (CFU-F) and their progeny. *Blood.* 1980 May; 56(2): 289–301.
- 14- Rogers I, Casper RF. Umbilical cord blood stem cells. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol.* 2004 Apr; 18(6): 893–908.
- 15- Wang HS, Hung SC, Peng ST, Huang CC, Wei HM, Guo YJ, et al. Mesenchymal stem cells in the Wharton's Jelly of the human umbilical cord. *Stem Cells.* 2004 Aug; 22(7): 1330–1337.
- 16- Lu LL, Liu YJ, Yang SG, Zhao QJ, Wang X, Gong W, et al. Isolation and characterization of human umbilical cord mesenchymal stem cells with hematopoiesis- supportive function and other potentials. *Hematol J.* 2006 Feb; 91(8): 1017-1026.
- 17- La Rocca G, Anzalone R, Farina F. The expression of CD68 in human umbilical cord mesenchymal stem cells: New evidences of presencein Non-Myeloid cell types. *Scand J Immunol.* 2009 Aug; 70(2): 161–162.
- 18- Giordano B, Andrea B, Maddalena M, Rosario N, Lucio L, Ranieri C, et al. Ex vivo enrichment of mesenchymal cell progenitors by fibroblast growth factor 2. *Exp Cell Res.* 2003 Feb; 287(1): 98-105.